

الکتریسیته ساکن

مهندس مهدی باباخانی

سال تحصیلی ۱۴۰۵-۱۴۰۴

کارنامه خرد

www.karnamehkherad.com

استفاده از این جزوات فقط برای دانش آموزانی که در کلاسهای آنلاین یا حضوری بنده در موسسه کارنامه خرد ثبت نام نموده اند.
استفاده از این جزوه برای سایرین شرعا و اخلاقا حرام میباشد

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

دستورالعمل استفاده از کلاسها و جزوات

با درود بر دانش آموزان عزیز،در مقدمه موارد بسیار مهمی را به اطلاع شما عزیزان باید برسانیم.برای اثربخش بودن کلاسهای آنلاین باید موارد زیر را رعایت فرمایید،در غیر اینصورت نمیتوانید بهره کافی را از کلاسهای ما ببرید.

۱-کلاسها را حتما بصورت آنلاین ببینید و در طول سال تحصیلی حداکثر دو یا سه بار در صورت بروز مشکل تکرار پخش زنده را از پنل خود مشاهده نمایید

۲- هنگام برگزاری کلاسها،همانند زمانی که در مدرسه حضور داشته اید،بصورت استاندارد نشسته کلاس را مشاهده نمایید و خودکار و دفتر در جلوی شما قرار داشته باشد.

۳-هنگامی که اساتید برای حل سوالات به شما وقت میدهند،به سرعت بر روی چکنویس سوالها را خودتان حل کنید سپس پاسخ را با استاد کلاس مقایسه نمایید.

۴-پس از برگزاری کلاسها،اگر مطلبی را به خوبی متوجه نشدید،تکرار فیلمها را از پنل خود مشاهده نمایید

۵- بعد از برگزاری کلاسها،حداقل صد تست/تمرین از مباحث تدریس شده در طول هفته حل نمایید

۶- تمریناتی که باید حل کنید شامل موارد زیر است:

الف:حل مجدد سوالات حل شده در کلاس

ب:حل سوالات هومورک جزوات

ج:حل صد تست/تمرین از کتابی که به شما معرفی میگردد

۷- پس از ثبت نام،در گروه های رفع اشکال عضو میگردید،چت کردن در این گروه ها ممنوع است و فقط اجازه دارید مشکلات درسی خود را مطرح نمایید و در صورت چت غیر درسی فورا توسط ادمینها از گروه ریموو میگردید.

۸- پس از حل هومورک های جزوه پاسخ آنها را از آدرس زیر کنترل نمایید

پی دی اف پاسخنامه ها در :

https://karnamehkherad.com/homeworks

الکتریسیته ساکن

دانشمندان یونان باستان متوجه شده بودندکه اگر قطعه‌ای از کهربا با پارچه پشمی مالش داده شود و سپس به خرده‌های کاه نزدیک گردد، آن خرده‌ها به سوی کهربا کشیده میشوند بنابراین دانشمندان یونانی را را باید پدران علم الکتریسته بدانیم.

با توجه به آنچه که در کتابهای علوم خود خوانده اید ما امروزه میدانیم که این نیروی کشش ناشی از یک نیروی الکتریکی است. در واقع واژه الکتریسیته از واژه یونانی الکترون گرفته شده است که به معنای کهرباست.

در این فصل، کتاب درسی شما نخست به مطالعه بارهای ساکن پرداخته و به بیان به جزئیات دقیقتری از چگونگی ایجاد بار الکتریکی در یک جسم، عوامل مؤثر بر نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی ذرهای، میدان الکتریکی، انرژی پتانسیل الکتریکی و اختلاف پتانسیل الکتریکی، توزیع بار در یک جسم رسانا و کاربرد خازنها پرداخته است.

بار الکتریکی چیست و از کجا بوجود می‌آید

$q = ne$

بار الکتریکی به وجود نمی آید و از بین نمی رود و فقط از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود .به این اصل، پایستگی بارالکتریکی گفته می‌شود.

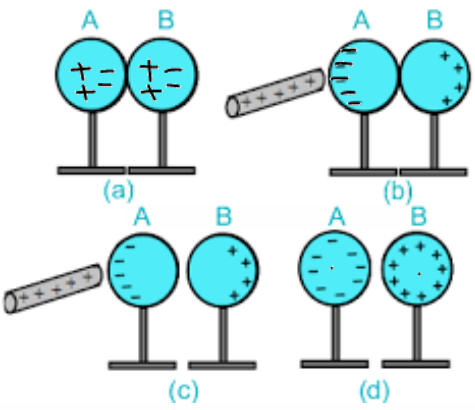
اجسام در حالت عادی دارای تعداد الکترون و پروتون مساوی هستند که به آنها خنثی می‌گوییم. حال اگر یک یا چند الکترون از یک جسم به جسم دیگر منتقل شود، تساوی بین بارهای مثبت و منفی برهم می‌خورد که اصطلاحا می‌گوییم اجسام باردار شده‌اند. جسمی که e از دست می‌دهد دارای بار + و جسمی که e بدست می‌آورد دارای بار – می‌شود.

روشهای باردار کردن اجسام، **مالش** و **تماس** و **القا** می‌باشد.

روش مالش: وقتی دو جسم را به هم می مالیم و مالش می‌دهیم الکترون از یکی به دیگری منتقل می‌شود.

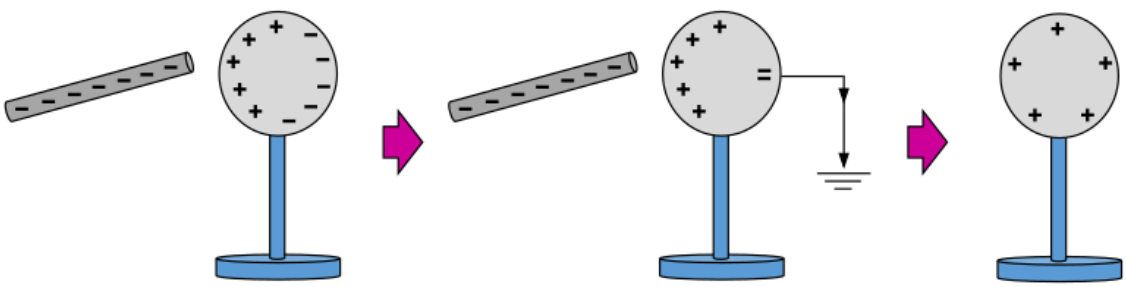
روش تماس : وقتی جسم باردار را با جسمی خنثی تماس می‌دهیم.

روش القا : نزدیک کردن یک جسم باردار به یک جسم خنثی **(بدون تماس)**



روش اول القا:

روش دوم القا:



آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

نکته در مورد مالش

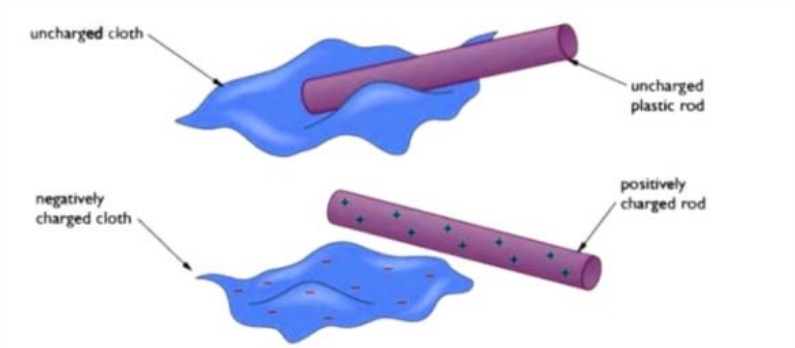
نوع باری که دو جسم مختلف بر اثر مالش پیدا میکنند، به جنس آنها بستگی دارد هنگام مالش دو جسم به یکدیگر برای آنکه متوجه شوم کدام یک دارای یک بار مثبت و کدام یک دارای بار منفی هستند باید به جدول (تریبوالکتریک) نگاه کنیم هرکدام از دو ماده که در جدول بالاتر از دیگری باشد دارای بار مثبت می‌شود و هرکدام که پایین تر باشد دارای بار منفی می‌شود.

مثلاً هنگامی که شیشه را با موی گربه مالش می‌دهیم در این صورت شیشه دارای بار مثبت و موی گربه دارای بار منفی می‌شود امّا اگر همان شیشه را با موی انسان مالش دهیم اینبار موی انسان دارای بار مثبت و شیشه دارای بار منفی شود.

انتهای مثبت سری

۱- موی انسان
۲- شیشه
۳- نایلون
۴- پشم
۵- موی گربه
۶- سرب
۷- ابریشم
۸- آلومینیوم
و ...

انتهای منفی سری



مثلا اگرشیشه را به موی انسان مالش دهیم: شیشه − و موی انسان + میشود ولی اگرشیشه را به موی گربه مالش دهیم شیشه + و موی گربه − میشود!

تست: با توجه به جدول زیر اگر اجسام A,B,C,D در ابتدا خنثی باشند و ما A را با D و B با C مالش دهیم کدام گزینه صحیح است؟

۱) $|q_D| > |q_C| > |q_B| > |q_A|$ و بار A و C منفی و بار B و D مثبت میشود
۲) $|q_D| = |q_C| = |q_B| = |q_A|$ و بار A و C مثبت و بار B و D منفی میشود
۳) $|q_B| = |q_C| > |q_D| = |q_A|$ و بار A و C مثبت و بار B و D منفی میشود
۴) $|q_D| = |q_A| > |q_B| = |q_C|$ و بار A و C مثبت و بار B و D منفی میشود

انتهای مثبت
A +
B +
C −
D −
انتهای منفی

$|q_A| = |q_D|$
$|q_B| = |q_C|$
$|q_A| = |q_D| > |q_B| = |q_C|$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

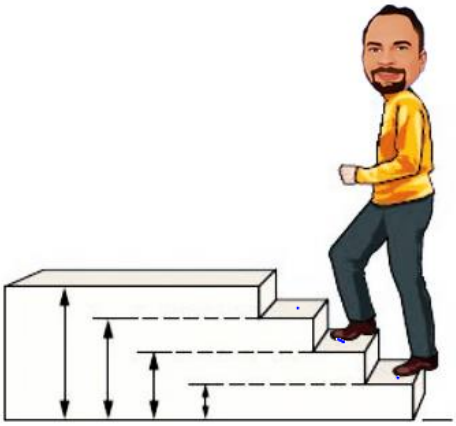
نکات محاسبه اندازه بار الکتریکی و خاصیت کوانتومی بودن بار

کوانتوم یعنی گسسته بودن به زبان ساده بعضی مواد رو نمیشه از یه حدی ریزتر کرد مثلاً آدم یا یک دونه است یا دو تا آدم یا سه تا آدم. بنابراین نمیتوان گفت یک آدم و نصفی !!!

بار الکتریکی نیز کوانتومی است یعنی بار یک جسم یا به اندازه بار یک الکترونه یا دو تا یا .... اما نمیشه گفت بار الکتریکی یک جسم، یک و نصفی بار یک الکترون است!!

هر بار الکتریکی همواره مضرب درستی از این بار بنیادی e است. و بار الکتریکی از رابطه $q = \pm ne$ محاسبه میشود

در یک اتم خنثی، تعداد الکترونها برابر با تعداد پروتون های هسته است. بنابراین، جمع ارها (بار خالص) دقیقاً برابر با صفر است. در تجربههایی مانند مالش اجسام به یکدیگر، الکترونها تولید نمیشوند و یا از بین نمیروند، بلکه صرفاً از جسمی به جسم دیگر منتقل میشوند اندازه بار منفی الکترون دقیقاً برابر با اندازه بار مثبت پروتون است. این مقدار را بار بنیادی برابرست با $e = 1.6 \times 10^{-19}$





$q = ne$

$q = (1)(1.6\times10^{-19})$

$q = (2)(1.6\times10^{-19})$

~~$q = (2.5)(1.6\times10^{-19})$~~

تعریف بار برهم خوردن تساوی تعداد الکترونها و پروتونها

بار الکتریکی

- روشهای باردار کردن اجسام
  - مالش
  - تماس
  - القا
- نوع بار در مالش
  - شیشه و ابریشم ⟸ شیشه+ و ابریشم−
  - پلاستیک و پشم ⟸ پلاستیک− و پشم +
- مقدار بار: $q = \pm ne$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

تست: یک خط کش پلاستیکی را با موی انسان مالش می‌دهیم به طوریکه در هر سانتی‌متر از این خط کش ۸ سانتیمتری تعداد 10^{10} الکترون جا به جا می‌شود، بار الکتریکی خط کش چند کولن می‌شود؟

۱) $+2\times10^{-8}$ ۲) -2×10^{-8} ۳) $+1/8\times10^{-9}$ ۴) $-12/8\times10^{-9}$

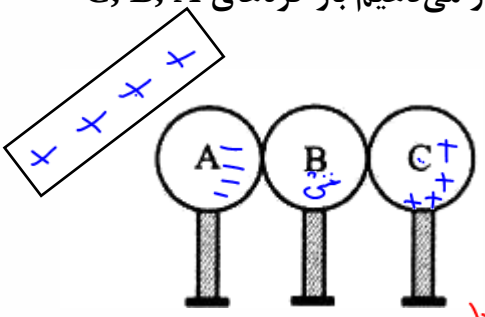


تست: کدام گزینه بار الکتریکی یک جسم می‌تواند باشد؟

۱) 32×10^{-20} ۲) 52×10^{-20} ۳) 50×10^{-20}

۴) هر سه گزینه می‌تواند بار یک جسم باشد.

تست: میله‌ای شیشه‌ای را با پارچه ابریشمی مالش داده و در کنار کره A قرار می‌دهیم بار کره‌های C, B, A به ترتیب از راست به چپ کدامست؟(کره‌ها رسانا هستند)



۱) مثبت منفی منفی ۲) مثبت صفر مثبت

۳) منفی صفر مثبت ۴) مثبت صفر منفی

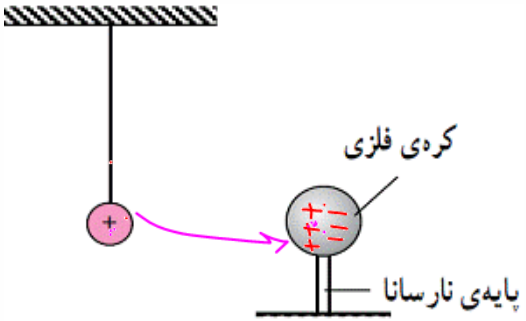
تست: سه جسم A,B,C را دو به دو به هم نزدیک می‌کنیم، وقتی A را به B نزدیک می‌کنیم همدیگر را با نیروی الکتریکی جذب می‌کنند، و اگر B و C را به هم نزدیک کنیم همدیگر را دفع می‌کنند، کدام‌یک از گزینه‌ها می‌تواند صحیح باشد؟

۱) A و C بار همنام و هم اندازه دارند. ۲) B و C بار غیرهمنام دارند.

۳) B بدون بار و C خنثی است. ۴) A بدون بار و B باردار است.

نکته:
- جاذبه: یکی باردار و یکی خنثی
- دافعه: هم‌نام

تست: یک کره فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایه نارسانایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بار داری نزدیک می‌کنیم. کدام گزینه صحیح‌تر است؟



۱)آونگ جذب کره می‌شود و به آن میچسبد.
۲) به علت خنثی بودن کره، آونگ تکان نمیخورد.
۳)آونگ ابتدا جذب کره شده سپس از آن دور می‌شود.
۴)آونگ از کره با نیروی دافعه دور می‌شود.

تست: بار الکتریکی اتم $_{6}^{12}C$ و هسته اتم $_{2}^{4}He$ و بار یون اتم اکسیژن O^{-2} به ترتیب از راست به چپ برحسب کولن برابرست با....

۱)صفر – صفر–صفر
۲) صفر و $+3.2\times10^{-19}$ و -3.2×10^{-19}
۳) 9.6×10^{-19} و 3.2×10^{-19} و -3.2×10^{-19}
۴) صفر و 3.2×10^{-19} و صفر

تست: یک میله شیشه ای را با موی گربه مالش میدهیم،سپس تعداد $5\times10^{+10}$ الکترون به میله شیشه ای میدهیم تا اندازه بار آن یک سوم برابر شود، بار اولیه این میله چند نانو کولن بوده است؟

۱) ۶ ۲) ۵ ۳) ۱۲ ۴) گزینه ۱ یا ۳

پاسخ: دوحالت داریم یا یک سوم اولیه اش با بار مثبت میشود یا آنقدر بار منفی داده شده زیاد است که کلا بار منفی میشود و یک سوم با علامت منفی میشود!

$$q = ne = 5\times10^{+10}\times1.6\times10^{-19} = 8nc$$

$$+q-8=+\frac{1}{3}q \qquad \frac{2q}{3}=8 \qquad q=12$$
$$+q-8=-\frac{1}{3}q \qquad \frac{4q}{3}=8 \qquad q=6$$

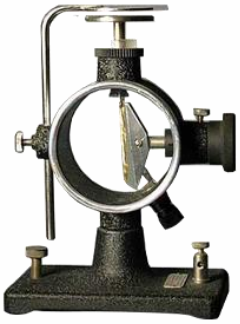
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

الکتروسکوپ

الکتروسکوپ وسیله ای است که معمولا دارای دو ورقه ی نازک طلا است که روی یک تیغه فلزی قرار دارد و تیغه فلزی به یک کلاهک رسانا متصل شده است که تیغه‌ی فلزی و ورقه‌ها در یک قاب عایق دارند از الکتروسکوپ برای تشخیص وجود یا عدم وجود بار الکتریکی و تعیین نوع بار الکتریکی تعیین رسانایا نارسانا بودن اجسام و مقایسه مقدار بارالکتریکی استفاده میشود.







اگر جسم را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری نزدیک کنیم و نزدیک کلاهک نگاه داریم. اگر جسم دارای بار الکتریکی باشد، با نزدیک کردن آن الکترون های آزاد الکتروسکوپ تحت تاثیر نیروهای رانش و ربایش آن جابه جا شده و ورقه ها بارهای همنام پیدا می کنند و از هم جدا می شوند. در صورتی که جسم بدون بار الکتریکی باشد در ورقه ها هیچ تغییری مشاهده نمی شود.

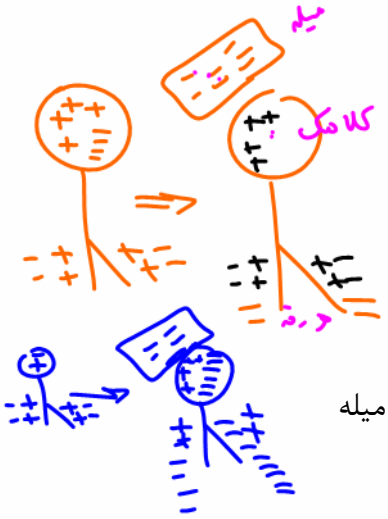
همچنین اگر الکتروسکوپ دارای بارالکتریکی باشد و نوع بار آن برای ما معلوم باشد و جسمی با بار نامشخص داشته باشم و به الکتروسکوپ نزدیک کنیم در صورتی که زاویه دو ورقه ها کم می شود بار جسم (میله) با بار کلاهک الکتروسکوپ غیر همنام است. است و اگر زاویه دو ورقه زیاد می شود، بار جسم (میله) با بار الکتریکی کلاهک الکتروسکوپ همنام است.

همچنین اگر دوجسم باردار داشته باشیم و بخواهیم تعیین کنیم مقدار بار کدام یک بیشتر است میتوانیم برای این منظور هر یک از اجسام را جداگانه به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری نزدیک می کنیم و میزان انحراف ورقه ها را اندازه بگیریم. در جسمی که میزان انحراف بیشتر باشد ، مقدار بار الکتریکی نیز بیشتر است.

همچنین از الکتروسکوپ برای تعیین رسانا یا نارسانا بودن اجسام نیز میتوانیم استفاده کنیم برای این منظور، باید جسم مورد نظر را به کلاهک الکتروسکوپ باردار تماس دهیم، اگر جسم رسانا باشد، قسمتی از بارهای الکتریکی الکتروسکوپ به جسم منتقل شده سپس از طریق دست و بدن ما به زمین تخلیه میشود و فاصله، دو ورقه از هم کم می شود و اگر جسم نارسانا باشد، بارالکتریکی به جسم منتقل نشده و فاصله ی ورقه ها از هم تغییری نمی کند.

خلاصه نکات الکتروسکوپ

وقتی میله‌ای باردار را به یک الکتروسکوپ نزدیک میکنیم (یا تماس میدهیم) بسته به شرایط ممکن است یکی از حالتهای زیر پیش بیاید،که باید این حالت ها را حفظ نمایید



الکتروسکوپ خنثی

میله باردار را به کلاهک نزدیک کنیم : کلاهک ناهمنام ورقه ها همنام

میله باردار رسانا را به کلاهک تماس دهیم: کلاهک همنام ورقه ها همنام با میله

الکتروسکوپ باردار

ورقه ها بازتر شود: بار میله و الکتروسکوپ همنام

ورقه ها جمع تر شود: بار میله و الکتروسکوپ ناهمنام

ورقه ها نخست جمع سپس از هم دور: بار میله و الکتروسکوپ ناهمنام ولی بار میله بسیار قوی

تست: میله‌ای با بار منفی را به کلاهک الکتروسکوپی خنثی نزدیک می‌کنیم بار کلاهک ...و بار ورقه ها ...



۱) مثبت – مثبت ۲) مثبت – منفی

۳) منفی – مثبت ۴) منفی – منفی

تست: میله‌ای با بار منفی را به کلاهک الکتروسکوپی خنثی تماس می‌دهیم بار کلاهک .... و بار ورقه ها..

۱) مثبت – مثبت ۲) مثبت – منفی

۳) منفی – مثبت ۴) منفی – منفی

تست: میله‌ای با بار منفی را به کلاهک الکتروسکوپی نزدیک می‌کنیم مشاهده می‌شود که ورقه‌های الکتروسکوپ نخست بسته سپس از هم باز می‌شوند بار اولیه الکتروسکوپ .....

۱) مثبت ۲) منفی ۳) خنثی ۴) منفی یا خنثی

Home work 1

۱) چه تعداد از جملات زیر درست می‌باشند؟

الف) در اجسام نارسانا، بارهای الکتریکی فقط در محل تماس (مالش) مستقر می‌شوند.

ب) در جدول سری تربیوالکتریک هر چه انتهای منفی سری به انتهای مثبت سری نزدیک شویم، الکترون خواهی زیاد می‌شود.

ج) در القای الکتریکی همیشه جسم القاکننده و جسم القاشونده هم دیگر را جذب می‌کنند.

د) براساس اصل بایستگی بارهای الکتریکی، جمع جبری بار الکتریکی دو جسم قبل و بعد از تماس یکسان است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲) کدامیک از گزینه‌های زیر، می‌تواند بار الکتریکی یک جسم بر حسب کولن باشد؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19} C)$

۱) $3/2 \times 10^{-20}$ ۲) $1/6 \times 10^{-20}$ ۳) 8×10^{-19} ۴) $6/4 \times 10^{-20}$

۳) با توجه به جدول سری الکتریسیته مالشی زیر، اگر جسم A را به جسم خنثی D مالش دهیم اندازه‌ی بار جسم D برابر با $19/2 \times 10^{-13}$ خواهد شد. در این صورت کدام گزینه در مورد انتقال الکترون بین دو جسم صحیح است؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19} C)$

انتهای مثبت سری
A
B
C
D
E
F
انتهای منفی سری

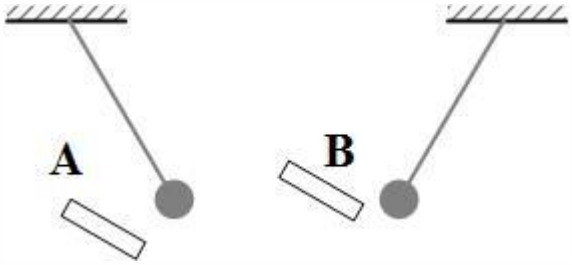
۱) تعداد ۲ الکترون از جسم A به جسم D انتقال یافته است.

۲) تعداد ۱۲ الکترون از جسم D به جسم A انتقال یافته است.

۳) تعداد ۱۱ الکترون از جسم A به جسم D انتقال یافته است.

۴) تعداد ۱۱ الکترون از جسم D به جسم A انتقال یافته است.

۴) گلوله ای با بار مثبت را با یک نخ سبک و عایق از سقف آویزان کرده ایم در دو حالت مجزا، یک بار میله‌ی فلزی A و بار دیگر میله‌ی فلزی B را به آن نزدیک می‌کنیم. اگر گلوله در مجاورت هر یک از این میله‌ها، به صورت نشان داده شده قرار بگیرد، میله‌ی A و میله‌ی B به ترتیب از راست به چپ کدام وضعیت را دارند؟



۱) الکترون از دست داده است – الکترون به دست آورده است.
۲) الکترون از دست داده است- الکترون به دست آورده است و یا خنثی می‌باشد.
۳) الکترون از دست داده است و یا خنثی می‌باشد – الکترون به دست آورده است.
۴) الکترون از دست داده و یا خنثی می‌باشد – الکترون به دست آورده است و یا خنثی می‌باشد.

۵) بار الکتریکی هسته یون X^{-5} برابر $4/8 \times 10^{-12}\ \mu C$ است. عدد اتمی این عنصر کدام است؟ (اندازه بار الکترون $1/6 \times 10^{-19} C$ است.)

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۵

۶) بار الکتریکی اتم کربن دو بار یونیده $\left({}^{12}_{6}C^{2+}\right)$ چند کولن است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

۱) $4/8 \times 10^{-19}$ ۲) $3/2 \times 10^{-19}$ ۳) $4/8 \times 10^{-16}$ ۴) $3/2 \times 10^{-19}$

۷) چهار کره‌ی رسانای مشابه را در نظر بگرید. کره‌ی D با بار اولیه‌ی صفر با کره‌ی A تماس داده شده و سپس از آن جدا می‌شود. پس از آن کره‌ی D با کره ی B با بار اولیه‌ی ۱۶- μC تماس داده شده و سپس از آن جدا می‌شود. سرانجام کره‌ی D با کره‌ی C با بار اولیه ی ۳۲+ μC تماس داده شده و از آن جدا می‌شود. بار نهایی کره‌ی D برابر ۸+ μC است. بار اولیه‌ی کره‌ی A چند میکروکولن بوده است؟

۱) ۳۲- ۲) ۳۲+ ۳) ۱۲+ ۴) ۱۲-

۸) مجموع بار الکتریکی چه تعداد یون Fe^{2+} با عدد اتمی ۲۶، برابر با ۴ μC است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

۱) $1/25 \times 10^{13}$ ۲) $1/04 \times 10^{13}$ ۳) 9×10^{11} ۴) $2/08 \times 10^{12}$

۹) عدد اتمی آهن ۲۶ است. بار الکتریکی یون Fe^{3+} و بار الکتریکی هسته‌ی اتم آهن به ترتیب از راست به چپ چند میکروکولن است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

۱) $-4/8 \times 10^{-13}$ و $4/16 \times 10^{-12}$ ۲) $-4/8 \times 10^{-13}$ و صفر
۳) $4/8 \times 10^{-13}$ و $4/16 \times 10^{-12}$ ۴) $4/8 \times 10^{-13}$ و صفر

۱۰)با نزدیک کردن یک کره فلزی به کلاهک یک الکتروسکوپ باردار، ورقه‌ی الکتروسکوپ به هم نزدیک می‌شوند. در این صورت می‌توان گفت که کره فلزی حتماً:

۱) باری موافق با بار الکتروسکوپ دارد.

۲) باری مخالف با بار الکتروسکوپ دارد.

۳) بدون بار است.

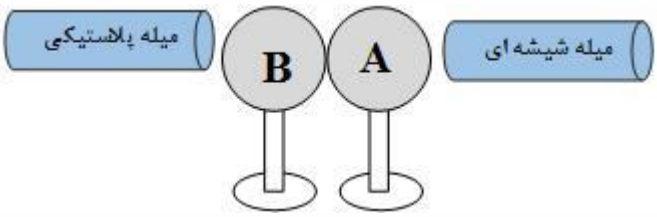
۴) یا بدون بار است وی باری مخالف با بار الکتروسکوپ دارد.

۱۱) چهار جسم A, B, C و D را دو به دو به یکدیگر نزدیک می‌کنیم. اگر A و B یکدیگر را جذب و C و B هم یکدیگر را جذب کنند، ولی A و D یکدیگر را دفع کنند، کدامیک از گزینه‌ها نمی‌تواند درست باشد؟

۱) بار A و D هم نام ۲) بار A و C نام هم نام

۳) B و C هر دو بدون بار الکتریکی ۴) بار B و D هم نام

۱۲) یک میله پلاستیکی با یک پارچه پشمی و یک میله شیشه ای با یک پارچه کتان مالش داده شده‌اند. مطابق شکل زیر، میله‌های باردار را به کره‌های متصل به هم A و C که خنثی هستند نزدیک می‌کنیم به طوری که به اندازه Q روی کره A بار جمع شود. در همین حالت کره C را از کره A جدا کرده و سپس میله‌های باردار را از کره‌ها دور می‌کنیم. اگر کره B را که در ابتدا خنثی است ابتدا به کره A و سپس با کره C تماس دهیم، بار کره B در نهایت چه قدر می‌شود؟ (سه کره A، B و C فلزی و مشابه هستند و بر روی پایه‌های عایق قرار دارند.)



سری الکتریسیته مالشی
انتهای مثبت سری
شیشه
پشم
پارچه کتان
پلاستیک
انتهای منفی سری

۱) $-\frac{Q}{2}$ ۲) $-\frac{Q}{4}$ ۳) $+\frac{Q}{4}$ ۴) $+\frac{Q}{2}$

۱۳) اگر جسمی با بار الکتریکی مثبت، $6/25 \times 10^{12}$ الکترون می‌گیریم، بار الکتریکی جسم، ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. بار اولیه جسم چند میکروکولن بوده است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

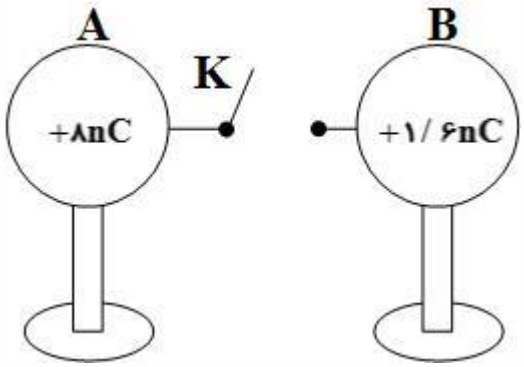
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴) کره ای رسانا دارای بار الکتریکی مثبت است. اگر 5×10^{13} الکترون به کره بدهیم، بار آن منفی و به اندازه $\frac{2}{3}$ برابر اندازه بار اولیه اش می‌شود. با اتصال این کره به کره ای مشابه که دارای بار ۱۹/۲ μC است، چند میکروکولن بار از یکی به دیگری منتقل می‌شود؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

۱) ۸ ۲) ۱۱/۲ ۳) ۱۲/۴ ۴) ۱۲/۲

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۵) در شکل زیر دو کره مشابه رسانا و باردار روی پایه‌های عایقی قرار دارند. در این حالت با وصل کلید K، به ترتیب از راست به چپ تعداد ..... الکترون از کره ..... به کره ..... منتقل می‌شود. (فرض کنید هیچ باری روی سیم رابط باقی نمی ماند و $e = 1/6 \times 10^{-19} C$)



۱) $B, A, 2 \times 10^{10}$ ۲) $A, B, 2 \times 10^{10}$ ۳) $A, B, 4 \times 10^{10}$ ۴) $B, A, 4 \times 10^{10}$

۱۶) جسم رسانای بارداری که شکل غیر کروی دارد روی پایه‌ی عایقی قرار دارد. یک سر سیمی را به کلاهک الکتروسکوپ وصل کرده ایم و سر دیگر آن را با عایقی گرفته و در تماس با جسم باردار، روی آن جابه جا می‌کنیم در این جابه جایی، ورقه‌های الکتروسکوپ:

۱) در تماس با نقاط نوک تیز بیش تر باز می‌شوند و در دیگر نقاط کم تر

۲) سریع به حالت خنثی در آمده و به هم می‌چسبند.

۳) در یک وضعیت ثابت می‌مانند.

۴) در تماس با نقاط نوک تیز جسم کم تر باز می‌شوند و در دیگر نقاط بیش تر

۱۷) صفحات یک الکتروسکوپ باز هستند، اگر یک میله‌ی رسانای خنثی را به کلاهک آن نزدیک کنیم، صفحات الکتروسکوپ .....

۱) دورتر می‌شوند. ۲) نزدیک می‌شوند.

۳) تغییر نمی‌کند. ۴) بسته به علامت بار الکتروسکوپ هر سه ممکن است.

۱۸) یک میله‌ی نارسانا را که بار الکتریکی آن مثبت است، به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی نزدیک می‌کنیم و در این حالت دست دیگر خود را به کلاهک تماس داده و جدا می‌کنیم و سپس میله‌ی باردار را نیز از کلاهک دور می‌کنیم. در این حالت، کلاهک دارای بار الکتریکی ..... می‌شود و ورقه‌ها با بار ..... از هم دور می‌شوند.

۱) مثبت –منفی ۲) مثبت – مثبت ۳) منفی – مثبت ۴) منفی – منفی

۱۹) مجموع بار الکترون‌های موجود در ۱۸۰ گرم آب، چند کولن است؟ (جرم مولکولی آب $18 \frac{g}{mol}$ ، عدد آووگادرو تقریبا 6×10^{23} و اندازه‌ی بار هر الکترون $1/6 \times 10^{-19}$ است.)

۱) $-1/6 \times 10^{-17}$ ۲) $-9/6 \times 10^{5}$ ۳) $-1/6 \times 10^{-18}$ ۴) $-9/6 \times 10^{6}$

۲۰) برای اندازه‌گیری بار الکتریکی الکترون از آزمایش میلیکان استفاده می‌شود. در آزمایش میلیکان، روی یک قطره‌ی روغن مقداری بار الکتریکی وجود دارد. این قطره‌ی روغن در یک میدان الکتریکی معلق می‌ماند. با اندازه‌گیری جرم قطره‌ی روغن و دانستن میدان الکتریکی می‌توان بار روی قطره‌ی روغن را به دست آورد. بار سه قطره روغن به ترتیب $3/9 \times 10^{-19}C$ ، $6/5 \times 10^{-19}C$ و $9/1 \times 10^{-19}C$ اندازه‌گیری شده است. براساس این اندازه‌گیری‌ها کدامیک از گزینه‌های زیر می‌تواند بار یک الکترون باشد؟

۱) $1/3 \times 10^{-19}C$ ۲) $2/6 \times 10^{-19}C$ ۳) $1/6 \times 10^{-19}C$ ۴) $3/9 \times 10^{-19}C$

قانون کولن

نیرویی که دو جسم باردار بر هم وارد می کنند، نیروی الکتریکی نام دارد. نیروهای الکتریکی ممکن است، ربایشی یا رانشی باشند .دیدیم که اگر بارهای الکتریکی دو جسم همنام باشند، یعنی هر دو مثبت یا هر دو منفی باشند، این نیرو، رانشی است. در حالی که اگر بارالکتریکی یک جسم مثبت و بارالکتریکی دیگری منفی باشد، این نیرو، ربایشی خواهد بود.
شارل کولن، دانشمند فرانسوی، برای اولین بار با انجام دادن آزمایش های ساده و هوشمندانه ای توانست عامل هایی را که نیروهای الکتریکی به آنها بستگی دارند، شناسایی کند و نتیجه ی آزمایش های خود را، که امروزه به نام قانون کولن شناخته شده است، به‌صورت زیر بیان کرد:

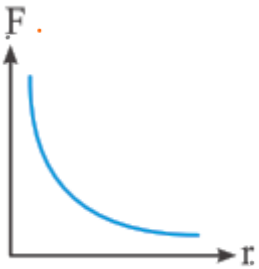
بزرگی نیروی الکتریکی ربایشی یا رانشی بین دو ذرّه با بارهای q_1 و q_2 که در فاصلهٔ R از یکدیگر قرار دارند، با حاصل ضرب اندازهٔ بار دو ذرّه نسبت مستقیم و با مجذور فاصلهٔ دو ذرّه از هم، نسبت وارون دارد

$$F = K\frac{|q_1||q_2|}{R^2}$$

در آن q_1 و q_2 بارهای الکتریکی دو ذرّه برحسب کولن r ، فاصلهٔ بین دو ذرّه برحسب متر و F، بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر هر ذرّه برحسب نیوتون است. همینطور مقدار k برابرست با $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9$

نکته: اگر فاصله برحسب سانتی و بار برحسب میکرو کولن باشد بدون هیچگونه تبدیل واحدی میتوانیم از فرمول $F = 9\cdot\frac{q_1q_2}{R^2}$ استفاده کنیم

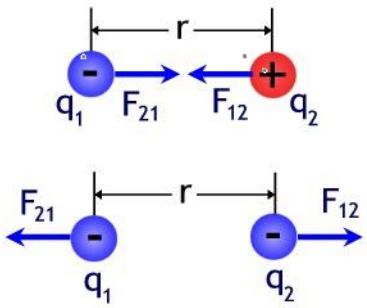
همچنین نمودار نیرو برحسب فاصله مطابق شکل روبرست



قانون کولن

فرمول اصلی (SI) $F = \frac{K|q_1||q_2|}{R^2}$

تستی(فاصله سانتی و بار میکرو) بدون تبدیل واحد $F = 90\frac{|q_1||q_2|}{R^2}$



تست: دو بار کولنی $q_1 = -50\times10^{-20}$ و کولن $q_2 = +4\times10^{-6}$ در فاصله ۳ سانتیمتری از هم چند نیوتن و چگونه بر هم نیرو وارد می‌کنند؟

۱) $200\times10^{+13}$ جاذبه

۲) 200×10^{-9} دافعه

۳) 200×10^{-13} جاذبه

۴) هیچکدام سوال غلط است.

تست: با توجه به شکل مقابل اگر بار q_0 برابر مثبت یک میکروکولن باشد و در وسط خط واصل بین دو بار q_b و q_c باشد بردار برایند نیروهای وارد بر q_0 برحسب بردارهای یکه i و j کدامست؟

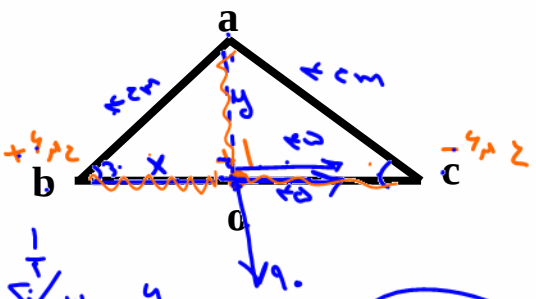
($ab = 4cm,\ q_a = +4\mu c,\ q_c = -6\mu c,\ q_b = +6\mu c$ و زاویه $c = b = 30$)

۱) $90i - 90j$

۲) $90i + 90j$

۳) $90i - 45j$

۴) $45i - 45j$



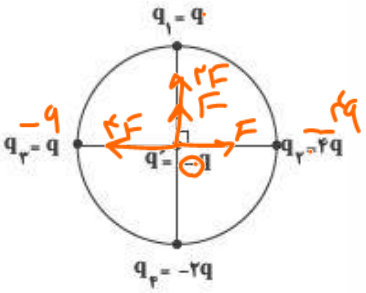
تست: مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1=q_3=q$ و $q_2=4q$ و $q_4=-2q$ روی محیط دایره‌ای قرار دارند. بار $q'=-q$ روی مرکز دایره قرار گرفته و اندازه نیرویی که از طرف بار q_1 بر آن وارد می‌شود، برابر با یک نیوتن است. اندازه برآیند نیروهای وارد بر بار q' چند نیوتون است؟

۱) ۳

۲) 4

۳) 2

۴) $3\sqrt{2}$



حل:

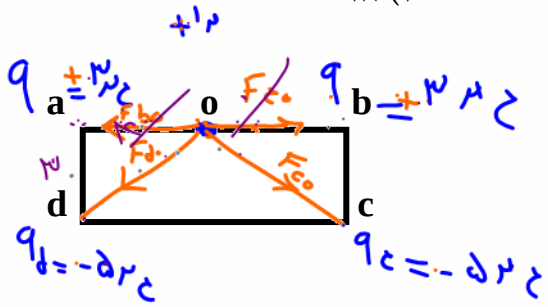
$3\sqrt{2}F$

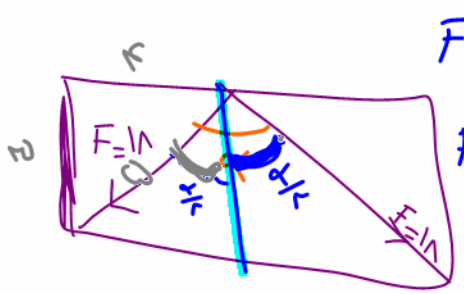
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

تست: با توجه به شکل مقابل اگر بار q_0 برابر مثبت یک میکروکولن باشد و در وسط خط واصل بین دو بار q_b و q_a باشد بردار برایند نیروهای وارد بر q_0 چند نیوتن است؟

$ad = 3cm \quad ab = 8cm \quad q_a = q_b = 3\mu c \quad q_d = q_c = -5\mu c$

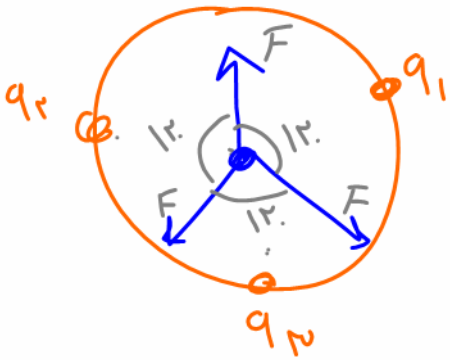
۱) ۲۸/۸ ۲) ۲۱/۶ ۳) $18\sqrt{2}$ ۴) ۱۸





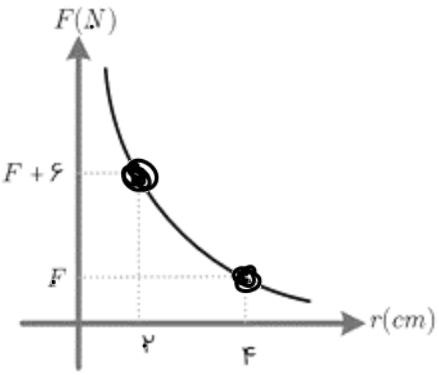
تست: سه بار هم اندازه $q_1 = q_2 = q_3 = 30\mu c$ میکروکولونی در فواصل مساوی روی محیط دایره ای به شعاع ۳ سانتیمتر ثابت شده اند و بار $q_4 = 1\mu c$ در مرکز دایره قرار دارد.برایند نیروهای وارد بر q_4 برابرست با....

۱) ۰ ۲) ۴۸۰۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۲۰۰



تست: نمودار نیروی الکتریکی بین دو ذرهٔ باردار برحسب فاصلهٔ آنها از یکدیگر به شکل مقابل است. با توجه به شکل، F چند نیوتون است؟

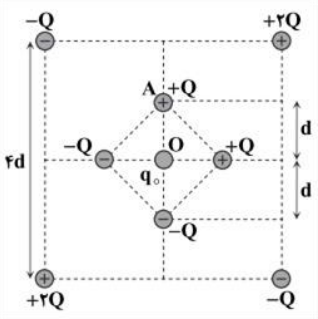
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۱۲



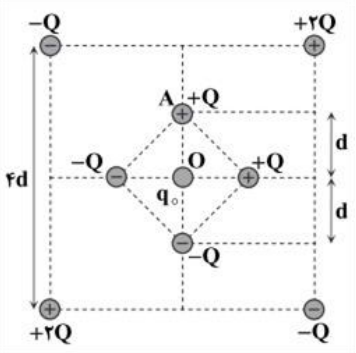
$$\frac{F+6}{F} = \frac{\frac{Kq_1q_2}{2^2}}{\frac{Kq_1q_2}{4^2}} = \frac{F+6}{F} = 4 \quad \rightarrow \quad F = 2$$

تست: مطابق شکل، ۸ ذره‌ی باردار در رئوس دو مربع هم‌مرکز قرار دارند و ذره‌ی باردار q_0 در نقطه‌ی O، مرکز مشترک هر دو مربع، قرار گرفته است. اگر اندازه نیرویی که بار $+Q$ واقع در نقطه‌ی Aبه بار q_0 وارد می‌کند برابر F باشد، اندازه‌ی برایند نیروهای وارد بر q_0 تقریبا چند برابر F است؟

۱) ۱/۴ ۲) ۲ ۳) ۲/۸ ۴) ۴

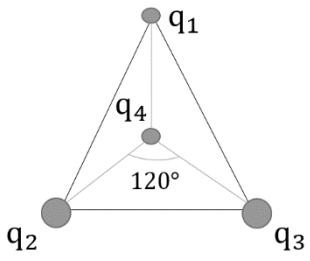


پاسخ: $2\sqrt{2}$



تست: بارهای $q_1 = +q$ و $q_2 = +3q$ $q_3 =$ در راسهای یک مثلث متساوی الاضلاع قرار دارند و بار $q_4 = -q$ در محل تلاقی میانه های این مثلث ثابت هستند،اگر نیرویی که q_1 به q_4 وارد میکند برابر ۰/۵ نیوتن باشد،برایند نیروهای وارد بر q_4 چه قدر است؟

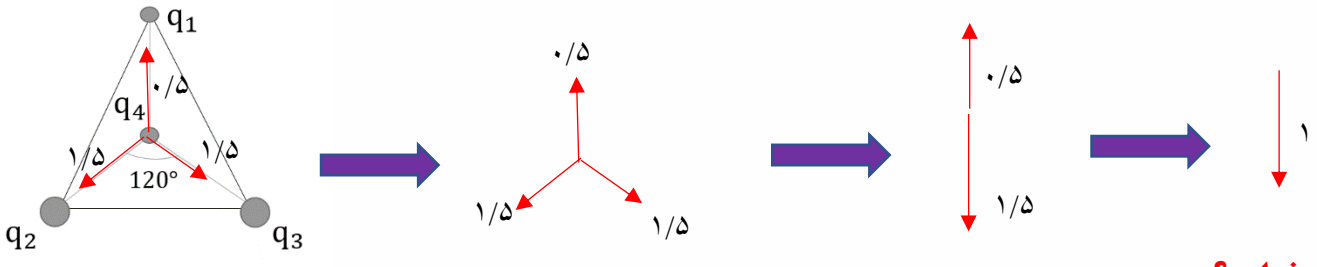
۱) ۱ ۲) ۰ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۷



چون $q_2 = +3q$ $q_3 =$ پس نیروهایشان نسبت به q_4 نیز سه برابر q_1 است

پس اگر $F_{14} = 0.5$ بنابراین $F_{34} = 1.5$, F_{24} است و داریم:

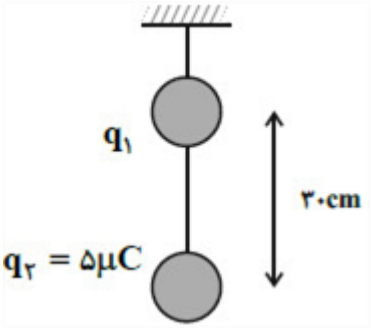
$$2E\cos\frac{\alpha}{2} = 2(1.5)0.5 = 1.5$$



راه بهتری نداره؟

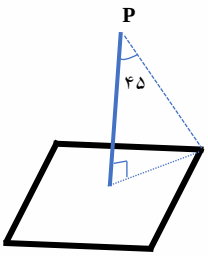
تست: مطابق شکل مقابل، دو گلوله کوچک باردار با بارهای هم‌نام که جرم هر کدام ۲۰۰g است، با نخی سبک به هم متصل و در حال تعادل‌اند. اگر در این حالت اندازه نیروی کشش نخ بین دو گلوله برابر با ۳N باشد، اندازه بار q_1چند میکروکولن است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۵



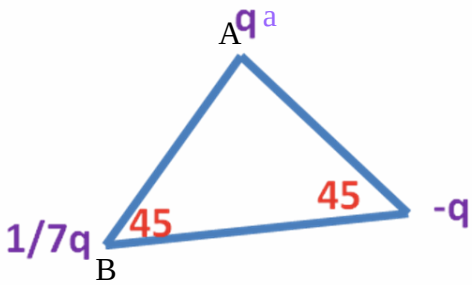
تست: مطابق شکل چهار ذره باردار مشابه با بارهای ۲میکروکولنی در چهار راس مربعی ثابت شده اند و نقطه p بالای مرکز مربع روی عمود منصف قطر قرار دارد و باری ۱ میکروکولنی در آن ثابت شده است،اگر فاصله مرکز مربع تا نقطه p برابر ۳ سانتیمتر باشد نیروی برایند وارد بر آن تقریباچند نیوتن است؟

۱) ۲۸ ۲) ۱۴ ۳) ۷ ۴)هیچکدام

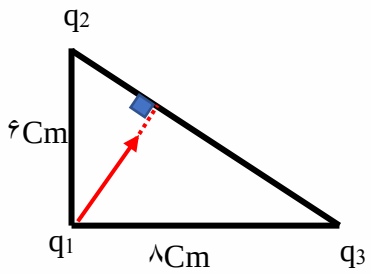


تست: در شکل زیرمثلث قائم الزاویه و متساوی الساقین است، زاویه بین برایند نیروهای وارد بر بار q_a و با امتداد پاره خط BA چند درجه است؟

۱) ۳۰ ۲) ۳۷ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰

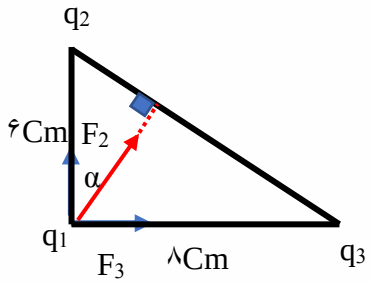


تست: سه بار نقطه ای زیر روی راس های یک مثلث قائم الزاویه قرار گرفته اند،اگر برایند نیروهای وارد بر q_1 مطابق شکل زیر باشد،در اینصورت نسبت $\frac{q_2}{q_3}$ کدامست؟



۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{4}{3}$ ۳) $\frac{64}{27}$ ۴) $\frac{27}{64}$

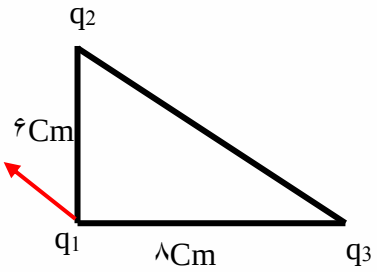
حل: ابتدا رابطه تانژانت را برای زاویه آلفا مینویسیم



$$\tan\alpha = \frac{6}{8} = \frac{F_3}{F_2} = \frac{\frac{Kq_1q_3}{8^2}}{\frac{Kq_1q_2}{6^2}} \quad \frac{6}{8} = \frac{6^2\,(q_3)}{8^2(q_2)} \quad \frac{q_2}{q_3} = \frac{6}{8}$$

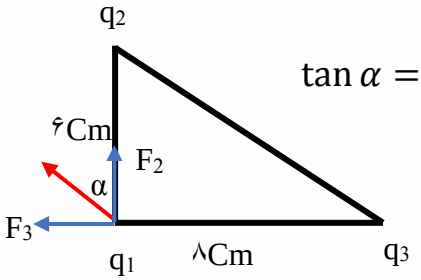
$$\frac{q_2}{q_3} = \left(\frac{R_2}{R_3}\right) = \frac{6}{8}$$

تست: سه بار نقطه ای زیر روی راس های یک مثلث قائم الزاویه قرار گرفته اند،اگر برایند نیروهای وارد بر q_1 به موازات وتر باشد ،در اینصورت نسبت $\left|\frac{q_2}{q_3}\right|$ کدامست؟



۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{4}{3}$ ۳) $\frac{64}{27}$ ۴) $\frac{27}{64}$

حل: ابتدا رابطه تانژانت را برای زاویه آلفا مینویسیم:

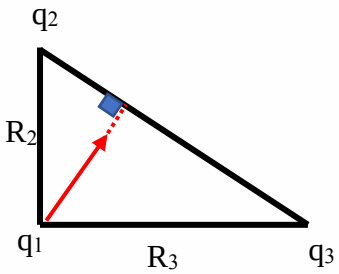


$$\tan\alpha = \frac{8}{6} = \frac{F_3}{F_2} = \frac{\frac{Kq_1q_3}{8^2}}{\frac{Kq_1q_2}{6^2}} \quad \frac{8}{6} = \frac{6^2\,(q_3)}{8^2(q_2)} \quad \frac{q_2}{q_3} = (\frac{6}{8})^3 = \frac{27}{64}$$

$$\frac{q_2}{q_3} = (\frac{R_2}{R_3})^3 = (\frac{6}{8})^3$$

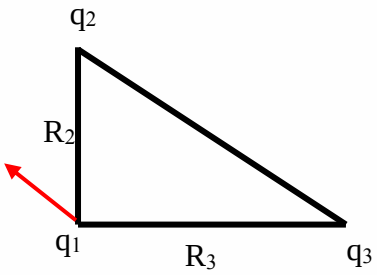
نکات نیرو عمود وتر و موازی وتر

در قانون کولن اگر سه بار در رئوس مثلثی قائم الزاویه قرار داشته باشند و نیروی برایند عمود بر وتر باشد داریم:



$$\frac{q_2}{q_3} = (\frac{R_2}{R_3})$$

در قانون کولن اگر بارها در رئوس مثلثی قائم الزاویه قرار داشته باشند و نیروی برایند موازی با وتر باشد داریم:



$$\frac{q_2}{q_3} = (\frac{R_2}{R_3})^3$$

نکات قانون کولن در خصوص برداشت بار از یکی و ریختن روی دیگری

تست: دو ذره بار دار و همنام و هم اندازه q از فاصله r از هم نیروی F برهم وارد میکنند،چند درصد از یکی را برداشته و به دیگر اضافه کنیم تا نیروی بین آنها در همان فاصله قبلی $\frac{15}{16}$ برابر شود؟

۱) ۵۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۳/۳ ۴) هیچکدام

در اینگونه سوالات دو حالت وجود دارد یا بار ها همنام و هم اندازه اند یا ناهمنام و هم اندازه اند

پس ما میتوانیم فرمول نیرو را دوبار زیر هم بنویسم و حالت اولیه و ثانویه را به هم تقسیم کنیم و یا از راه حل های تستی استفاده کنیم

راه اول: راه اصلی

$$\frac{F_2}{F_1}=\frac{\frac{K(q-x)(q+x)}{(nd)^2}}{\frac{Kqq}{d^2}}$$ برای همنام ها

$$\frac{F_2}{F_1}=\frac{\frac{K(q-x)(q-x)}{(nd)^2}}{\frac{Kqq}{d^2}}$$ برای نا همنام ها

راه دوم: راه تستی

نکته۱: اگر دوبار همنام و هم اندازه داشته باشیم x درصد از یکی برداریم و به دیگری اضافه کنیم و فاصله را نیز n برابر کنیم تا نیرو فلان برابر شود داریم:

$$X=\sqrt{\left|n^2(\text{برابر})-1\right|}\times 100$$

نکته۲: اگر دوبار ناهمنام و هم اندازه داشته باشیم x درصد از یکی برداریم و به دیگری اضافه کنیم و فاصله را نیز n برابر کنیم تا نیرو فلان برابر شود داریم:

$$X=\sqrt{n^2(\text{برابر})-1}\times 100$$

تست: دو ذره بار دار q در فاصله r از هم برهم نیروی دافعه F وارد می‌کنند اگر فاصله را ۱۰۰ درصد افزایش دهیم چند درصد از یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم و تا نیروی بین آنها $\frac{3}{16}$ برابر شود؟

۱) ۵۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۰ ۴) ۸۰

راه اصلی:

$$\frac{F_2}{F_1}=\frac{\frac{K(q-x)(q+x)}{(2d)^2}}{\frac{Kqq}{d^2}} \qquad \frac{3}{16}=\frac{q^2-x^2}{4q^2}\rightarrow 12q^2=16q^2-16x^2$$

$$x^2=\frac{1}{4}q^2 \quad x=\frac{1}{2}q \qquad \text{پنجاه درصد یعنی}$$

راه تستی : اگر دوبار همنام و هم اندازه داشته باشیم x درصد از یکی برداریم و به دیگری اضافه کنیم و فاصله را نیز n برابر کنیم تا نیرو فلان برابر شود داریم:

$$\boldsymbol{X=\sqrt{\left|n^2(\text{برابر})-1\right|}\times 100}$$

$$X=\sqrt{\left|2^2\left(\frac{3}{16}\right)-1\right|}\times 100=50 \text{ درصد}$$

تست: دوبار نقطه ای با اندازه های مساوی در فاصله r به هم نیروی جاذبه F وارد میکنند،چند درصد از یکی را برداریم و به دیگری اضافه کنیم تا وقتی فاصله بار ها $\frac{1}{6}r$ کاهش یابد نیرویی که بهم وارد میکنند ۶۴ درصد کاهش یابد؟

۱) ۵۰ ۲) ۳۳ ۳) ۶۰ ۴) ۱۰

راه اصلی:

$$\frac{F_2}{F_1}=\frac{\frac{K(q-x)(q-x)}{(\frac{5}{6}d)^2}}{\frac{Kqq}{d^2}} \qquad \frac{36}{100}=\frac{36}{25}\frac{(q-x)^2}{q^2}\rightarrow\frac{1}{4}=\frac{(q-x)^2}{q^2}$$

$$x=\frac{1}{2}q \;=\; 50 \text{ درصد}$$

راه تستی : اگر دوبار ناهمنام و هم اندازه داشته باشیم x درصد از یکی برداریم و به دیگری اضافه کنیم و فاصله را نیز n برابر کنیم تا نیرو فلان برابر شود داریم

$$\boldsymbol{X=\sqrt{n^2(\text{برابر})-1}\times 100}$$

$$\sqrt{(\frac{5}{6})^2(\frac{36}{100})-1}\times 100=50 \text{ درصد}$$

نکات تماس دو کره فلزی باردار به یکدیگر

هرگاه دو **کره فلزی مشابه** را با هم تماس دهیم، بار هر کدام پس از تماس و جداسازی برابر می‌شود با:

$$q_{\text{جدید}} = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

هرگاه دو **کره فلزی غیر مشابه** را با هم تماس دهیم، بار هر کدام پس از تماس و جداسازی برابر می‌شود با:

$$q_{1\ \text{جدید}} = \frac{r_1 \times (q_1 + q_2)}{r_1 + r_2}$$

تست: دو کره فلزی مشابه که دارای بار الکتریکی $+2q$ و $-3q$ می‌باشند و از فاصله d برهم نیروی F وارد می‌کنند اگر دو کره را باهم تماس داده و سپس آنها را در همان فاصله قبلی قرار دهیم در اینصورت نیروی بین آنها چندبرابر حالت اول می‌شود؟

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{1}{24}$ ۳) $\frac{1}{6}$ ۴) $\frac{1}{12}$

تست: دو کره فلزی غیر مشابه A و B که دارای بار الکتریکی $q_A = +4C$ و $q_B = +16C$ می‌باشند و از فاصله d برهم نیروی F وارد می‌کنند اگر دو کره را باهم تماس داده و سپس آنها را در همان فاصله قبلی قرار دهیم ر اینصورت نیروی بین آنها چندبرابر حالت اول می‌شود؟ (شعاع کره B سه برابر شعاع کره A)

۱) $\frac{25}{16}$ ۲) $\frac{16}{25}$ ۳) $\frac{75}{64}$ ۴) $\frac{64}{75}$

انواع تعادل ها (بررسی سوالات قانون کولن در حالت تعادل)

مدل ۱: تعادل روی خط میدانیم که تعادل یعنی باید برایند نیروها صفر شود بنابراین.....

$$F_1 = F_2$$

$$\frac{K|q_1||q_3|}{R_1^2} = \frac{K|q_2||q_3|}{R_2^2}$$

تست: دوبار $q_1 = 2\mu c$ و $q_2 = 8\mu c$ در فاصله ۳۰ سانتیمتری از هم قرار دارند بار q_3 را در چه فاصله ای از q_1 قرار دهیم تا برایند نیروهای وارد برآن صفر شود؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

تست: دوبار $q_1 = 2\mu c$ و $q_2 = -8\mu c$ در فاصله ۳۰ سانتیمتری از هم قرار دارند بار q_3 را در چه فاصله ای از q_1 قرار دهیم تا برایند نیروهای وارد برآن صفر شود؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

نکته تستی: اگر دو بار q_1 و q_2 در فاصله R از هم قرارداشته باشند و از ما بپرسند در فاصله ای بار سوم را قرار دهیم تا برایند نیرو ها صفر شود داریم:

$\frac{R}{\sqrt{|H|\pm 1}}$ + همنام – ناهمنام و H برابرست با نسبت q ها

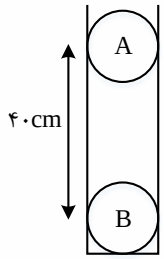
تست: دوبار $q_1 = 6\mu c$ و $q_2 = 24\mu c$ در فاصله ۳۰ سانتیمتری از هم قرار دارند مقدار تقریبی q_3 چند میکروکولن و فاصله آن از بار q_1 چند سانتیمتر باشد تا هر سه بار در تعادل باشند؟

۱) ۲/۷- و ۱۰ ۲) ۲/۷- و ۲۰ ۳) ۲/۷+ و ۱۰ ۴) ۲/۷+ و ۲۰

مدل دوم: تعادل بارهای داخل استوانه

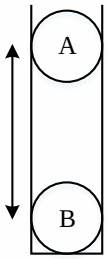
تست : در شکل زیر دو گلوله ی مشابه هر کدام به جرم ۵۰ گرم و بارهای الکتریکی $2\mu C$ و $4\mu C$ در یک لوله نارسانای قائم در حال تعادل هستند. بزرگی نیروی اصطکاک بین گلوله ی A و سطح داخلی لوله چند نیوتون و در چه جهتی است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$ و $k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)

۱) ۲ بالا ۲) ۰/۰۵ بالا ۳) ۰/۶ پایین ۴) ۰/۰۵ پایین



تست: مطابق شکل دو گلوله مشابه و با بارهای نقطه‌ای $q_A = 2\mu c$, $q_B = -4\mu c$ در فضای بدون اصطکاک قرار میگیرند، هنگام تعادل فاصله آنها از هم تقریبا چند سانتی متر است؟ (جرم دو کره باهم برابر و مساوی ده گرم است)

۱) ۳۰ ۲) ۸/۴ ۳) ۲۵ ۴) ۰



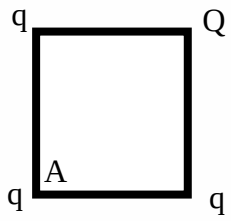
علامت بار

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

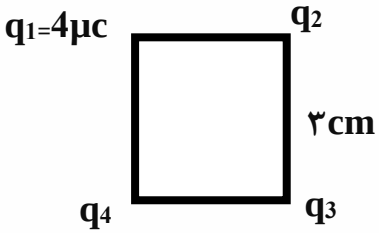
مدل سوم: تعادل بارهای کنج مربع

تست: در شکل زیر باری که در راس A موجود است در حالت تعادل می‌باشد، دراین صورت نسبت Q به q تقریبا برابرست با.....

۱) ۱/۴ ۲) ۲/۸ ۳) -۱/۴ ۴) -۲/۸



تست: در مربع شکل زیر برایند نیروهای وارد بر بار q_2 صفر است، بار q_3 و q_4 کدامست؟



۱) $q_4 = -8\sqrt{2}\mu c\ ,\ q_3 = +4\mu c$

۲) $q_4 = +8\sqrt{2}\mu c\ ,\ q_3 = +2\mu c$

۳) $q_4 = -4\sqrt{2}\mu c\ ,\ q_3 = +4\mu c$

۴) $q_4 = +4\sqrt{2}\mu c\ ,\ q_3 = +2\mu c$

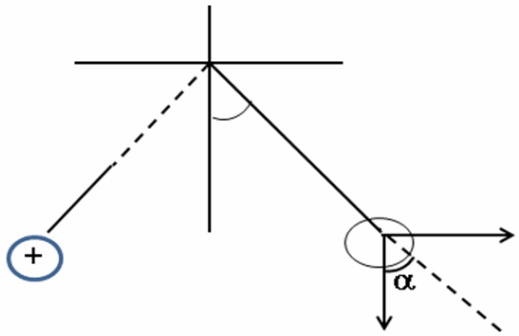
حل:

بار q_3 حتما باید مساوی و هم اندازه با q_1 باشد تا برایندشان دقیقا روبروی نیروی q_3 و q_3 و برخلافشان باشد تا خنثی کند آنها را پس $q_3 = +4\mu c$ از طرفی q_4 باید علامتش برخلاف q_3 ، q_1 باشد و داریم:

$$\sqrt{2}\frac{90\ (4)(q_2)}{3^2} = \frac{90\ (q_4)(q_2)}{(3\sqrt{2})^2} \quad \rightarrow\ q_4 = -8\sqrt{2}\mu c$$

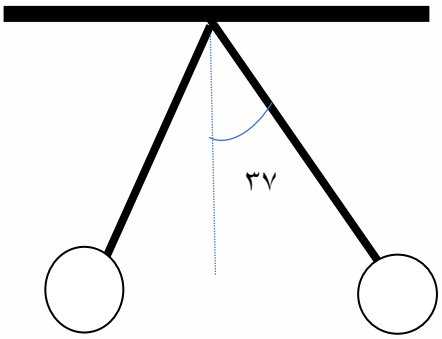
مدل چهارم : قانون کولن و تعادل در آونگ ها

A



تست: در شکل مقابل دو گلولهٔ مشابه با بارهای مساوی q بر هم نیروی دافعه وارد می کنند و زاویه انحراف آن ها با راستای قائم ۳۷ درجه است اگر طول آونگ ها برابر با ۱۰cm باشد و جرم هر گلوله ۲gr باشد کشش نخ سبک چند نیوتن است؟

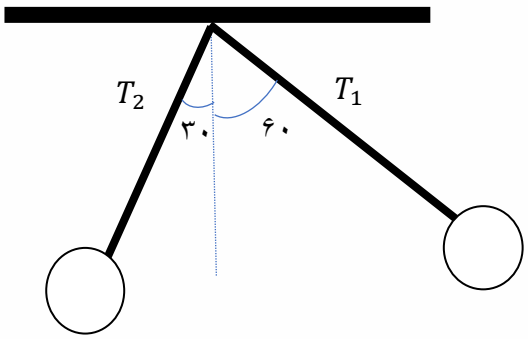
۱) ۰/۰۲۵ ۲) ۰/۰۳۳ ۳) ۰/۵ ۴) بسته به q دارد.



تست: در شکل زیر دو آونگ الکتریکی باردار و هم طول در حالت تعادل قرار دارند، کشش نخ T_1 تقریبا چند برابر T_2 است؟ (نخ ها عایق و با جرم ناچیز)

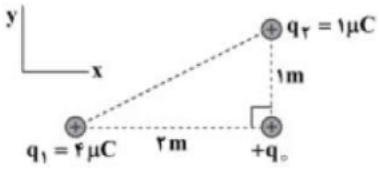
۱) ۰/۵ ۲) ۲

۳) ۱/۷ ۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$



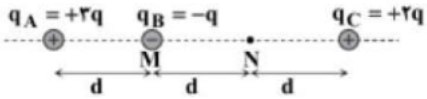
Home work 2

۱) اگر در شکل مقابل، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار نقطه‌ای $+q$، از طرف بارهای q_1 و q_2، برابر $\vec{F} = (۸ \times ۱۰^{-۳}\ N)\,\vec{i} + \vec{bj}$ باشد، b کدام است؟



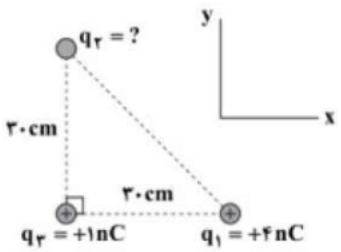
۱) $۴ \times ۱۰^{-۳}\ N$
۲) $-۴ \times ۱۰^{-۳}\ N$
۳) $۸ \times ۱۰^{-۳}\ N$
۴) $-۸ \times ۱۰^{-۳}\ N$

۲) مطابق شکل، سه گوی مشابه کوچک در یک راستا قرار دارند. اگر گوی B را از نقطه‌ی M به نقطه‌ی N ببریم، اندازه‌ی برایند نیروهای الکتریکی وارد بر آن چند برابر می‌شود؟



۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۳}{۲}$
۴) ۲

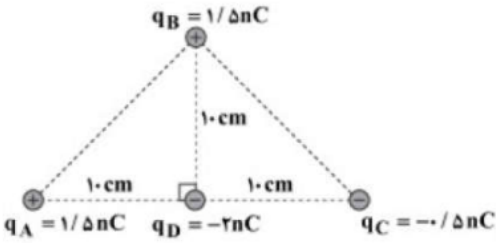
۳) مطابق شکل، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس یک مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین ثابت شده‌اند. اگر برآیند نیروهای وارد بر بار $q_3 = +۱nC$، به‌صورت $\vec{F} = (-۳۴ \times ۱۰^{-۷}\ N)\,\vec{i} + (۵ \times ۱۰^{-۷}\ N)\,\vec{j}$ باشد، q_2 کدام است؟ $\left(k = ۹ \times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲}\right)$



۱) $+۵\ nC$
۲) $-۵\ nC$
۳) $+۲\ nC$
۴) $-۲\ nC$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۴ چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل، در نزدیکی یکدیگر قرار دارند. اندازه‌ی برایند نیروهای وارد بر بار q_D کدام است؟ $\left(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N.m^۲}{C^۲}\right)$

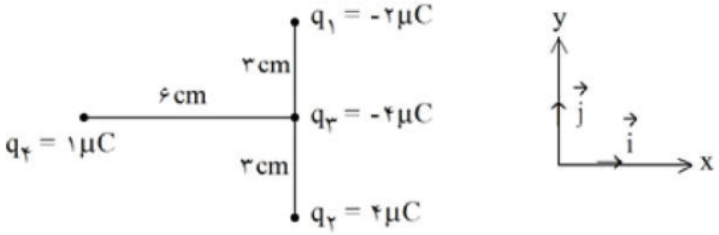


۱) $۰/۹ \times ۱۰^{-۶} N$ ۲) $۴/۵ \times ۱۰^{-۶} N$ ۳) $۶/۳ \times ۱۰^{-۶} N$ ۴) $۸/۱ \times ۱۰^{-۶} N$

۵ دو ذره‌ی باردار که در فاصله‌ی d از هم قرار دارند، بر یکدیگر نیرویی با بزرگی $۰/۰۶N$ وارد می‌کنند. اگر بار یکی از ذرات را نصف کنیم و فاصله‌ی دو بار را به $\frac{d}{۳}$ کاهش دهیم، اندازه‌ی نیرویی که دو ذره‌ی باردار بر هم وارد می‌کنند، چند نیوتن می‌شود؟

۱) ۰/۲۷ ۲) ۰/۰۹ ۳) ۰/۰۳ ۴) ۰/۰۱

۶ در شکل زیر، بردار برایند نیروی خالص وارد بر بار $q_۳$ در SI کدام است؟ $\left(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N.m^۲}{C^۲}\right)$

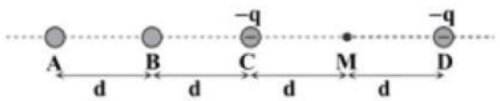


۱) $-۱۰\vec{i} - ۲۴۰\vec{j}$ ۲) $-۱۰\vec{i} - ۸۰\vec{j}$ ۳) $-۱۰\vec{i} + ۲۴۰\vec{j}$ ۴) $-۱۰\vec{i} + ۸۰\vec{j}$

۷ دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام $q_۱$ و $q_۲$ در فاصلهٔ d از یکدیگر قرار دارند و با نیروی الکتریکی F یکدیگر را دفع می‌کنند. اگر این دو بار را به اندازهٔ x به یکدیگر نزدیک کنیم، اندازهٔ نیروی دافعهٔ بین آن‌ها $\frac{۵}{۴}F$ افزایش می‌یابد. حاصل $\frac{x}{d}$ کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۹}$

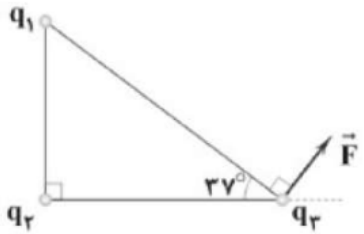
۸ مطابق شکل، چهار گوی باردار کوچک در اختیار داریم. اگر بار ذره‌ای $+q$ را در نقطه‌ی M قرار دهیم، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر می‌شود. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟



۱) بار گوی‌های A و B ناهم‌نام هستند و $|q_A| > |q_B|$ ۲) بار گوی‌های A و B ناهم‌نام هستند و $|q_A| < |q_B|$
۳) بار گوی‌های A و B هم‌نام هستند و $|q_A| > |q_B|$ ۴) بار گوی‌های A و B هم‌نام هستند و $|q_A| < |q_B|$

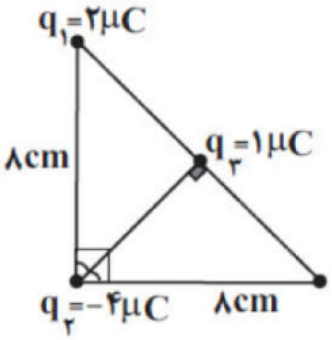
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۹) در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای q_1 و q_2 و q_3 روی رأس‌های مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند و برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3، بردار $\vec{F}$ است. نسبت $\frac{F_{23}}{F_{13}}$ کدام است؟ $(\sin 53^\circ = 0/8, \sin 37^\circ = 0/6)$



۱) $\frac{4}{3}$ ۲) $\frac{3}{4}$ ۳) $\frac{5}{4}$ ۴) $\frac{4}{5}$

۱۰) مطابق شکل مقابل، سه بار نقطه‌ای q_1 و q_2 و q_3 در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 از طرف بارهای q_1 و q_2، چند نیوتون است؟ $\left(k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right)$

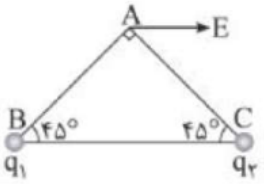


۱) $\frac{\sqrt{15}}{16}\times10^5$ ۲) $\frac{90}{16}\sqrt{5}$ ۳) $\frac{90}{16}$ ۴) $\frac{\sqrt{5}}{32}\times10^5$

۱۱) فاصلهٔ بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای مثبت برابر r_1 است و به هم نیروی دافعهٔ F_1 وارد می‌کنند. اگر فاصله، ۲۰ درصد کاهش یابد و هریک از بارهای الکتریکی نیز ۲۰ درصد افزایش یابد، نیرویی که به هم وارد می‌کنند، چند F_1 می‌شود؟

۱) $\frac{16}{9}$ ۲) $\frac{9}{4}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{4}{3}$

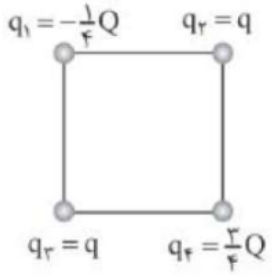
۱۲) در شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای در رئوس B و C مثلث ABC قرار دارند و میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A موازی ضلع BC است. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



۱) $-\sqrt{2}$ ۲) $+\sqrt{2}$ ۳) -۱ ۴) +۱

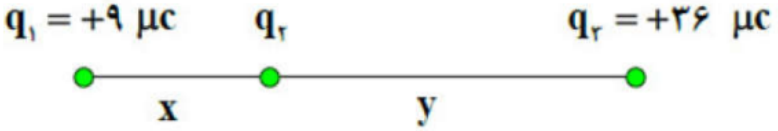
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۳) در شکل زیر چهار ذرهٔ باردار در رأس‌های یک مربع قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_4، صفر باشد، $\frac{Q}{q}$ کدام است؟



۱) $8\sqrt{2}$ ۲) $-8\sqrt{2}$ ۳) $2\sqrt{2}$ ۴) $-2\sqrt{2}$

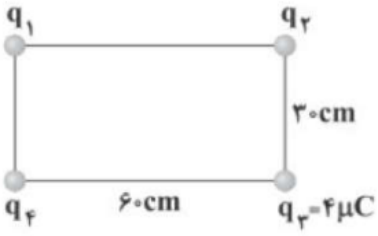
۱۴) در شکل زیر، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر سه بار صفر است. بار q_2 چند میکروکولن است؟



۱) -۴ ۲) +۴ ۳) -۱۲ ۴) +۱۲

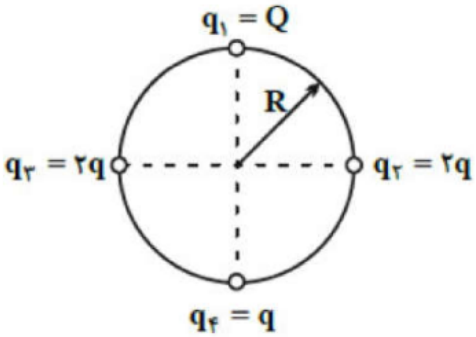
۱۵) چهار ذره‌ی باردار در رأس‌های مستطیل نشان داده‌شده قرا ردارند و نیروی خالص وارد بر بار q_2 از طرف سایر بارها برابر با صفر است. اندازه‌ی نیرویی که بار q_1 بر بار q_4 وارد می‌کند، چند نیوتون است؟

$(k = 9\times10^9\ \frac{N.m^2}{C^2})$



۱) $64\sqrt{5}$ ۲) ۶۴ ۳) $32\sqrt{5}$ ۴) ۳۲

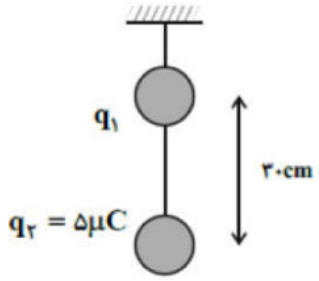
۱۶) مطابق شکل مقابل چهار ذرهٔ باردار روی محیط دایره‌ای به شعاع R و روی دو قطر عمود بر هم آن ثابت شده‌اند. اگر بار q_4 در حال تعادل باشد، نسبت $\frac{Q}{q}$ کدام است؟



۱) $8\sqrt{2}$ ۲) $-8\sqrt{2}$ ۳) $4\sqrt{2}$ ۴) $-4\sqrt{2}$

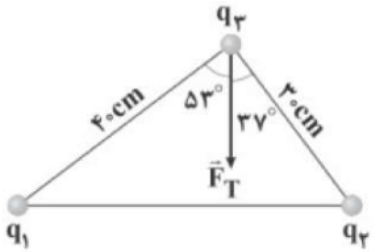
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۷ مطابق شکل مقابل، دو گلولهٔ کوچک باردار با بارهای هم‌نام که جرم هر کدام $۲۰۰g$ است، با نخی سبک به هم متصل و در حال تعادل‌اند. اگر در این حالت اندازهٔ نیروی کشش نخ بین دو گلوله برابر با $۳N$ باشد، اندازهٔ بار $q_۱$ چند میکروکولن است؟ $\left(k = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}, g = ۱۰\frac{N}{kg}\right)$



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۸ مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ بر روی سه رأس یک مثلث قائم‌الزاویه ثابت شده‌اند. اگر $\vec{F}_T$ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ از طرف بارهای $q_۱$ و $q_۲$ باشد، $\frac{q_۱}{q_۲}$ برابر کدام گزینه است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸, \cos ۵۳^\circ = ۰/۶)$

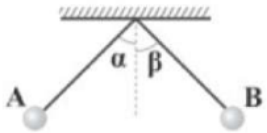


۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۵}$

۱۹ دو کره‌ی مشابه فلزی که دارای بارهای الکتریکی $q_۱ = +۲۰\mu C$ و $q_۲ = -۱۰۰\mu C$ هستند و در فاصله‌ی r از یک‌دیگر قرار دارند، نیروی جاذبه‌ای به بزرگی F را به یک‌دیگر وارد می‌کنند. اگر این دو کره را با هم تماس داده و سپس فاصله‌ی بین دو کره را به ۴ برابر فاصله‌ی قبلی برسانیم، بزرگی نیروی بین دو کره چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۵ - کاهش ۲) ۹۵ - کاهش ۳) ۹۵ - افزایش ۴) ۵ - افزایش

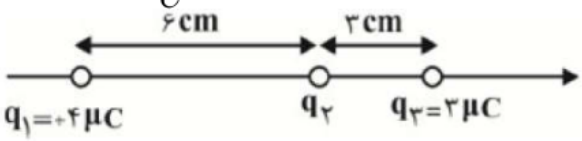
۲۰ مطابق شکل زیر، دو آونگ الکتریکی هم‌طول با بارهای همنام q_A و q_B در مجاورت یک‌دیگر قرار گرفته‌اند. اگر $|q_B| > |q_A|$ و $m_B < m_A$ باشد، کدام گزینه در مورد زاویه‌ی انحراف دو آونگ از راستای قائم درست است؟



۱) $\alpha > \beta$ ۲) $\alpha < \beta$
۳) $\alpha = \beta$ ۴) بسته به شرایط، هر سه گزینه می‌توانند درست باشند.

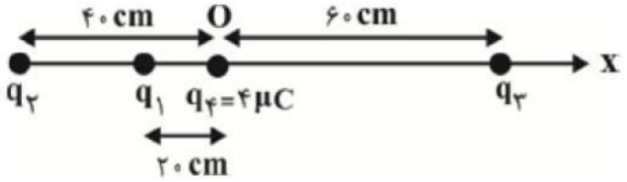
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۲۱) مطابق شکل مقابل، اگر برایند نیروهای وارد بر بار نقطه‌ای $q_۲$، چهار برابر برایند نیروهای وارد بر بار نقطه‌ای $q_۳$ از طرف بارهای دیگر باشد، $q_۲$ چند میکروکولن است؟ ($k = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲}$ و جهت برایند نیروهای وارد بر $q_۳$ به سمت چپ است.)



۱) $\frac{۸}{۱۵}$ ۲) $-\frac{۸}{۱۵}$ ۳) $\frac{۱۵}{۸}$ ۴) $-\frac{۱۵}{۸}$

۲۲) مطابق شکل مقابل، فاصله‌ی دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = -۲\mu C$ و $q_۲ = ۱۶\mu C$ از نقطه‌ی O به‌ترتیب $۲۰\ cm$ و $۴۰\ cm$ است. بار نقطه‌ای $q_۳$ در فاصله‌ی ۶۰ سانتی‌متر نقطه ی O چند میکروکولن باشد تا بار نقطه‌ای $q_۴$ در حال تعادل است؟ $\left(k = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲}\right)$



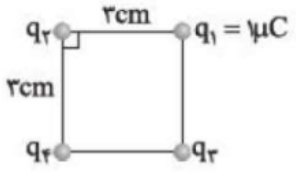
۱) -۹ ۲) ۹ ۳) -۱۸ ۴) ۱۸

۲۳) دو بار الکتریکی نقطه‌ای و مشابه q، در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری از هم قرار دارند و یک‌دیگر را با نیرویی به اندازه‌ی $۰/۱N$ دفع می‌کنند. اگر به تعداد $۱/۲۵\times۱۰^{۱۳}$ الکترون از یکی از بارها برداشته و به دیگری منتقل کنیم، به‌ترتیب اندازه‌ی نیروی بین آن‌ها چند نیوتون و از چه نوعی خواهد بود؟

$\left(k = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲}, e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C\right)$

۱) ۰/۱، جاذبه ۲) ۰/۳، دافعه ۳) ۰/۱، دافعه ۴) ۰/۳، جاذبه

۲۴) در شکل زیر برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۱$ از طرف دو بار $q_۲$ و $q_۳$ در SI به صورت $\vec{F} = ۱۰\vec{i} + ۱۰\vec{j}$ است. بار $q_۴$ چند میکروکولن باشد تا برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۱$ صفر شود؟ $\left(K = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲}\right)$



۱) $۴\sqrt{۲}$ ۲) $-۴\sqrt{۲}$ ۳) $۲\sqrt{۲}$ ۴) $-۲\sqrt{۲}$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۲۵) میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E} = ۶۰\vec{i} - ۸۰\vec{j}$ در دستگاه SI در صفحه‌ی xOy موجود است. بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = -۱۰۰\mu C$ در مکان $A\begin{vmatrix} ۴m \\ ۸m \end{vmatrix}$ ثابت نگه داشته شده است. می‌خواهیم بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۲ (q_۲ > ۰)$ را در مکان $B\begin{vmatrix} x_B \\ y_B \end{vmatrix}$ قرار دهیم. به طوری‌که اگر بار $q_۱$ رها شود، هم‌چنان به حالت سکون باقی بماند. مختصات نقطه‌ی B کدام گزینه می‌تواند باشد؟ (از وزن ذرات صرف‌نظر کنید.)

۱) $B\begin{vmatrix} ۰ \\ ۱۰m \end{vmatrix}$ ۲) $B\begin{vmatrix} ۰ \\ ۶m \end{vmatrix}$ ۳) $B\begin{vmatrix} ۱۰m \\ ۰ \end{vmatrix}$ ۴) $B\begin{vmatrix} ۶m \\ ۰ \end{vmatrix}$

۲۶) سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = -۳۰\ \mu C, q_۲ = +۲۰\mu C$ و $q_۳$ بر روی یک خط قرار دارند، به طوری‌که برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای $q_۱$ و $q_۲$ از طرف دو بار دیگر صفر است. در این صورت برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ از طرف بارهای $q_۱$ و $q_۲$ چگونه است؟

۱) مخالف صفر است.
۲) صفر است.
۳) فقط بستگی به مقدار و علامت بار $q_۳$ دارد.
۴) بستگی به مکان، مقدار و علامت بار $q_۳$ دارد.

۲۷) دو بار الکتریکی نقطه‌ای $+q$ و $-q$ در فاصله‌ی r از هم قرار دارند و نیروی الکتریکی به بزرگی F را به هم وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از یکی از بارها را برداشته و به دیگری بدهیم و آن‌ها را در فاصله‌ی $\frac{۳}{۴}r$ از هم قرار دهیم. بزرگی نیروی الکتریکی بین بارها F' می‌شود. نسبت $\frac{F'}{F}$ کدام است؟

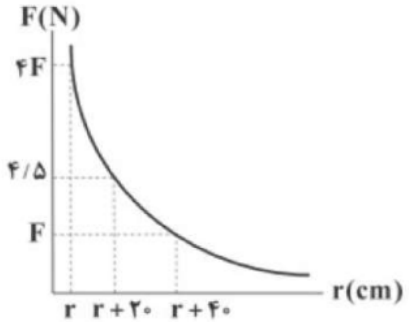
۱) ۱ ۲) $\frac{۹}{۱۶}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۸۱}{۲۵۶}$

۲۸) یکای ثابت کولن (k) بر حسب یکاهای اصلی در SI کدام است؟

۱) $\frac{kg.m^۳}{A^۲}$ ۲) $\frac{kg.m^۳}{A^۲.s^۴}$ ۳) $\frac{kg.m^۳}{A.s^۳}$ ۴) $\frac{kg.m^۲}{A^۲.s}$

۲۹) نمودار بزرگی نیروی الکتریکی که دو بار الکتریکی نقطه‌ای q و $۵q$ بر هم وارد می‌کنند، برحسب فاصله‌ی بینشان مطابق شکل زیر است. اندازه‌ی بار q چند میکروکولن است؟

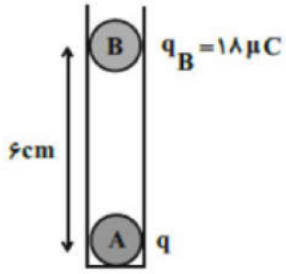
$\left(k = ۹\times۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲}\right)$



۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۲

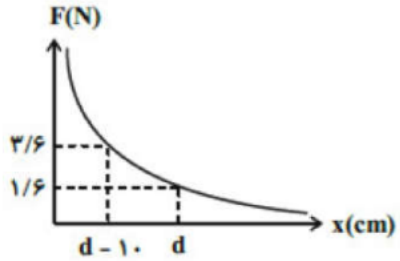
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۳۰ در شکل مقابل، دو گلوله‌ی فلزی کوچک باردار A و B در حال تعادل قرار دارند. اگر بار گلوله‌ی B را $۱۰\mu C$ کاهش دهیم، برای این‌که مجموعه در حالت جدید به تعادل برسد، فاصله‌ی بین مراکز گلوله‌ها چند سانتی‌متر کاهش می‌یابد؟ (از اصطکاک بین گلوله‌ها و ظرف استوانه‌ای صرف‌نظر شود.)



۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳۱ در شکل مقابل، اندازه‌ی نیرویی که دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ بر یک‌دیگر وارد می‌کنند، برحسب فاصله‌ی بین دو بار رسم شده است. با توجه به اطلاعات روی نمودار، نیرویی که دو بار در فاصله‌ی $(d + ۱۰)$ سانتی‌متر به هم وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟



۱) ۱ ۲) ۱/۲ ۳) ۰/۸ ۴) ۰/۹

۳۲ دو کره‌ی رسانای کوچک و مشابه به‌ترتیب دارای بارهای مثبت $q_۱$ و $q_۲$، $(q_۱ > q_۲)$ می‌باشند که در فاصله‌ی d از هم قرار دارند و اندازه‌ی نیروی الکتریکی که به هم وارد می‌کنند، برابر با F است. دو کره‌ی رسانا را به هم تماس داده و فاصله‌ی آن‌ها را ۲۰ درصد کاهش می‌دهیم. در این حالت، نیروی الکتریکی بین کره‌ها برابر با $F' = \frac{۲۵}{۱۲}F$ می‌شود.

نسبت $\frac{q_۱}{q_۲}$ برابر با کدام گزینه می‌تواند باشد؟ (فاصله‌ی بین کره‌ها d بسیار بیش‌تر از شعاع دو کره است.)

۱) ۲ ۲) ۹ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۳ دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲ = ۵q_۱$ در فاصله‌ی r از یک‌دیگر قرار دارند و به یک‌دیگر نیروی دافعه‌ی F را وارد می‌کنند. چند درصد از بار $q_۲$ را به بار $q_۱$ منتقل کنیم تا در همان فاصله، نیروی که به یک‌دیگر وارد می‌کنند، بیشینه شود؟ (زمانی نیروی الکتریکی بین دو بار هم‌نام بیشینه است که اندازه‌ی آن‌ها با هم برابر باشد.)

۱) ۶۰ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۴۰

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۳۴ دو بار الکتریکی نقطه‌ای $+۲q$ و $+۸q$ به فاصله‌ی L از هم قرار دارند. بار سوم طوری روی خط واصل قرار گرفته است که خودش و بار $+۲q$ در حال تعادل است. بار سوم و محل قرارگیری آن در کدام گزینه به درستی آمده است؟

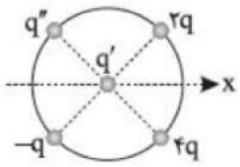
۱) $\frac{-۸q}{۳}$ - خارج از فاصله‌ی بین دو بار و به فاصله‌ی $\frac{L}{۳}$ از بار کوچک‌تر

۲) $\frac{q}{۳}$ - خارج از فاصله‌ی بین دو بار و به فاصله‌ی $\frac{۴L}{۳}$ از بار کوچک‌تر

۳) $\frac{-۸q}{۹}$ - بین دو بار و به فاصله‌ی $\frac{L}{۳}$ از بار کوچک‌تر

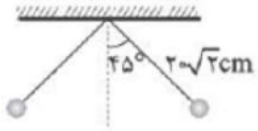
۴) $\frac{q}{۳}$ - بین دو بار و به فاصله‌ی $\frac{۳L}{۴}$ از بار کوچک‌تر

۳۵ در شکل زیر بار q' در مرکز دایره قرار دارد و چهار بار با فاصله‌های یکسان روی محیط دایره ثابت شده‌اند. نسبت $\frac{q''}{q}$ کدام باشد تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q' خلاف جهت محور x قرار گیرد؟



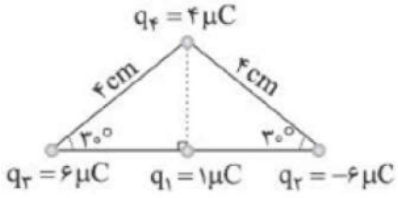
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) -۲

۳۶ دو کرهٔ کوچک و مشابه با جرم یکسان ۱۰g و بار الکتریکی برابر از دو ریسمان سبک آویزان و مطابق شکل در تعادل هستند. بار هر کره چند میکروکولن است؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}, K = ۹\times ۱۰^{۹}\frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}\right)$



۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) $\frac{۲}{۳}$

۳۷ چهار بار نقطه‌ای مطابق شکل ثابت شده‌اند. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر $q_۱$ با محور افقی چه زاویه‌ای می‌سازد؟ ($\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$)



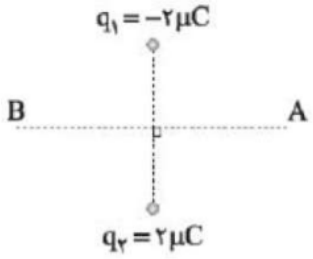
۱) ۳۷ درجه ۲) ۴۵ درجه ۳) ۵۳ درجه ۴) ۳۰ درجه

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۳۸ دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 5q_1$ در فاصلهٔ r از هم قرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می‌کنند. چند درصد از بار q_2 را به q_1 منتقل کنیم تا در همان فاصله نیروی دافعه بین بارهای الکتریکی بیشینه شود؟

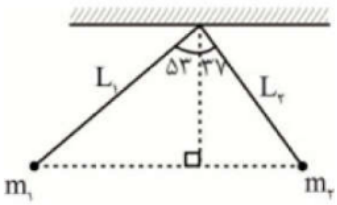
۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۳۹ بار الکتریکی q روی عمودمنصف خط وصل‌کنندهٔ دو بار q_1 و q_2 از نقطهٔ بسیار دور A تا نقطهٔ بسیار دور B حرکت می‌کند. اندازهٔ نیروی الکتریکی وارد بر بار q از A تا B چگونه تغییر می‌کند؟



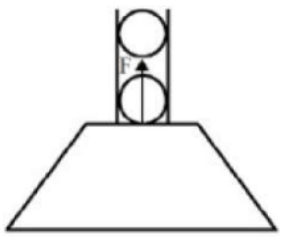
۱) پیوسته افزایش می‌یابد. ۲) پیوسته کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. ۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۴۰ در شکل زیر، دو آونگ الکتریکی باردار با بارهای الکتریکی q_1 و $q_2 = 2q_1$ و جرم‌های m_1 و m_2 توسط دو نخ با طول‌های متفاوت از یک نقطه آویزان شده‌اند و به حال تعادل قرار دارند. نسبت $\frac{m_2}{m_1}$ کدام است؟



۱) ۱ ۲) ۴ ۳) $\frac{۹}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱۶}{۹}$

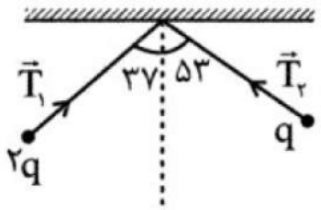
۴۱ مطابق شکل زیر دو گلوله‌ی کوچک مشابه با بارهای $q = 5\mu C$ به فاصله ۳۰ cm از یک‌دیگر در یک لوله‌ی شیشه‌ای قائم با بدنه نارسانا و جرم 5×10^{-2} kg در حال تعادل قرار دارند. چنان‌چه این مجموعه بر روی یک ترازو قرار گیرند، نیروی F چند نیوتون باشد، تا عدد نشان داده شده توسط ترازو صفر شود؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و از اصطکاک صرف‌نظر شود.)



۱) ۲/۵ ۲) ۳ ۳) ۴/۵ ۴) ۵/۵

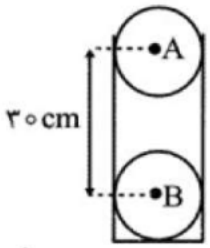
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۴۲ در شکل روبه‌رو، دو آونگ الکتریکی باردار و هم طول، در حال تعادل قرار دارند. کشش نخ $T_۱$ چند برابر کشش نخ $T_۲$ است؟



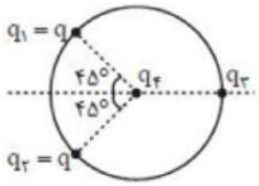
۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۲

۴۳ مطابق شکل دو گلوله‌ی کوچک و مشابه A و B با جرم‌های ۱۰ گرم و بار الکتریکی مثبت q در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری از هم قرار دارند. اگر گلوله‌ی A را رها کنیم با شتاب $۳۰\frac{m}{s^۲}$ به طرف بالا حرکت می‌کند در این حالت بار هر گلوله چند میکروکولن می‌باشد؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) ۰/۱ ۲) ۱ ۳) ۰/۲ ۴) ۲

۴۴ مطابق شکل سه بار نقطه‌ای روی محیط دایره‌ای به شعاع r ثابت نگه داشته شده‌اند و بار چهارم $q_۴$ در مرکز دایره قرار دارد. اگر برآیند نیروهای وارد بر $q_۴$ صفر شود، نسبت $\frac{q_۳}{q_۲}$ برابر کدام گزینه است؟



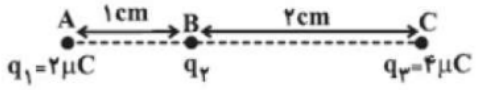
۱) $\sqrt{۳}$ ۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۴۵ دو بار الکتریکی در فاصلهٔ d از یک‌دیگر بر هم نیروی الکتریکی وارد می‌کنند. اگر بخواهیم با ثابت ماندن مقدار بارها اندازهٔ نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی به اندازهٔ ۱۹٪ کم شود، فاصلهٔ دو بار چگونه تغییر کرده است؟

۱) به اندازهٔ $\frac{d}{۹}$ کاهش یافته است.
۲) به اندازهٔ $\frac{d}{۱۰}$ کاهش یافته است.
۳) به اندازهٔ $\frac{d}{۹}$ افزایش یافته است.
۴) به اندازهٔ $\frac{d}{۱۰}$ افزایش یافته است.

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۴۶ سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_1، q_2 و q_3 به‌ترتیب در نقاط A، B و C مطابق شکل زیر، روی یک خط قرار دارند. اگر بارهای q_1 و q_2 در جای خود ثابت مانده و بار q_3 را طوری جابه‌جا کنیم که پاره‌خط BC، ۹۰ درجه دوران کند، اندازه‌ی نیروی الکتریکی برآیند وارد بر بار q_2 از طرف دو بار دیگر چند برابر حالت اول می‌شود؟ (طول پاره‌خط BC ثابت است.)



۱) ۱ ۲) $\sqrt{۵}$ ۳) ۳ ۴) $\frac{۱}{۳}$

۴۷ تعداد ۲۰ الکترون را به دو قسمت q_1 و q_2 تقسیم کرده‌ایم و در فاصله‌ی r از هم قرار داده‌ایم. به طوری‌که نیروی کولنی بین آن‌ها بیش‌ترین مقدار خود را دارد. در این شرایط اگر ۲۰ درصد از بار q_1 را برداشته و به بار q_2 اضافه کنیم و در همان فاصله‌ی r قرار دهیم، اندازه‌ی نیروی کولنی بین آن‌ها چند درصد کاهش می‌یابد؟

۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۹۶ ۴) ۹۲

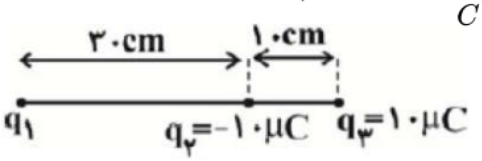
۴۸ فاصلهٔ بار الکتریکی نقطه‌ای q_3 از دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 برابر با d و نیروی وارد بر هر یک از این بارها از طرف بار q_3 در SI به‌صورت $\vec{F}_{۳۱} = ۳\vec{i} + ۴\vec{j}$ و $\vec{F}_{۳۲} = -۶\vec{i} - ۸\vec{j}$ می‌باشد. حاصل $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟ (دو بار q_1 و q_2 در یک مکان قرار ندارند.)

۱) ۲ ۲) -۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $-\frac{۱}{۲}$

۴۹ دو گلوله‌ی رسانای مشابه، دارای بارهای هم‌نام و نامساوی q_1 و q_2 هستند. دو گلوله را با هم تماس داده و دوباره در همان فاصله‌ی قبلی قرار دهیم. نیرویی که دو گلوله بر هم وارد می‌کنند:

۱) کم‌تر می‌شود. ۲) بیش‌تر می‌شود.
۳) تغییر نمی‌کند. ۴) بستگی به اندازه‌ی بارهای q_1 و q_2 دارد.

۵۰ در شکل زیر، نیروی خالص وارد بر بار q_3 صفر است. اگر جای بارهای q_3 و q_2 را عوض کنیم، اندازهٔ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 چند نیوتون و در چه جهتی خواهد بود؟ ($k = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲}$)



۱) ۱۸۰، چپ ۲) ۱۸۰، راست ۳) ۱۳۵، چپ ۴) ۱۳۵، راست

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

میدان الکتریکی :

میدان الکتریکی کمیتی برداری است که بزرگی آن برابرست با $E=\frac{F}{q}$ و جهت آن همان جهت نیروی وارد بر بار آزمون(بار کوچک و مثبت) است.

همچنین میدان الکتریکی از رابطه $E=\frac{kq}{r^2}$ قابل محاسبه می‌باشد.

برای محاسبه میدان الکتریکی، در نقطه مورد نظر یک بار فرضی + قرار می‌دهیم و به کمک آن جهت میدان را برای هر بار دلخواه مشخص می‌کنیم. در نهایت به کمک روشهای برداری ، برایند میدان الکتریکی را محاسبه مینماییم.

خطوط میدان الکتریکی: برای مجسم کردن میدان الکتریکی در فضای اطراف اجسام دارای بار، از خط های جهت داری موسوم به خطوط میدان الکتریکی استفاده می‌کنیم. ویژگی این خطوط عبارتست از :

جهت این خط ها برای بار مثبت روبه خارج و برای بار منفی رو به داخل است

میدان در هر نقطه ، برداری است مماس بر خط میدانی که از آن نقطه می گذرد و با آن خط میدان هم‌جهت است. در واقع میدان در هر نقطه، برداری است مماس بر خط میدانی که از آن نقطه می گذرد و با آن خطِ میدان هم‌جهت است.

در هر ناحیه که میدان قوی تر باشد، خط های میدان به یکدیگر نزدیک تر و فشرده ترند.

خط های میدان یکدیگر را قطع نمی کنند؛ یعنی از هر نقطه فقط یک خط میدان می گذرد.

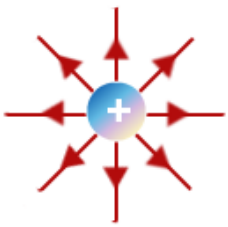
میدان الکتریکی

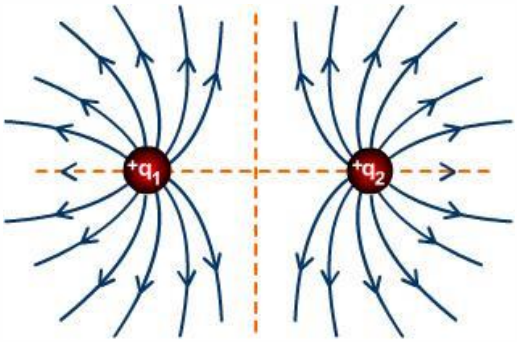
- **تعریف کمی:** نیرویی که بر واحد آزمون بار مثبت وارد می‌شود.
- **تعریف کیفی:** خاصیتی که در فضای اطراف هر بار الکتریکی وجود دارد.
- **فرمول ها** $E=\frac{kq}{r^2}$ $E=\frac{F}{q}$ $E_{\text{یکنواخت}}=\frac{v}{d}$
- **شدت :** هرجا که خطوط میدان به هم نزدیکتر باشند میدان قوی‌تر است.
- **کجا برآیند میدان صفر می‌شود:** $E_1=E_2$
  - **بارها هم علامت :** داخل و نزدیک به بار کوچکتر
  - **بارها مختلف العلامت :** خارج و نزدیک به بار کوچکتر

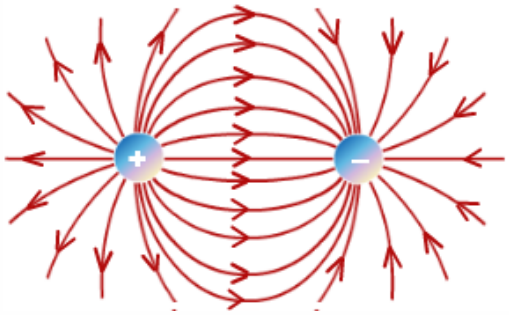
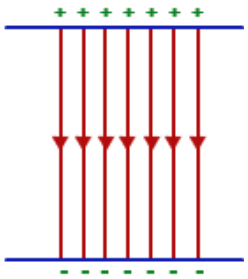
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید



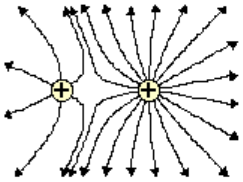
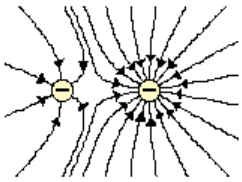
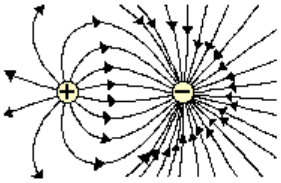
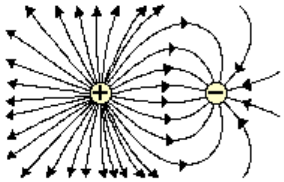
جهت قراردای میدان الکتریکی همواره به گونه ای است که از بار + در حال خارج شدن و به بار – در حال وارد شدن هستند!

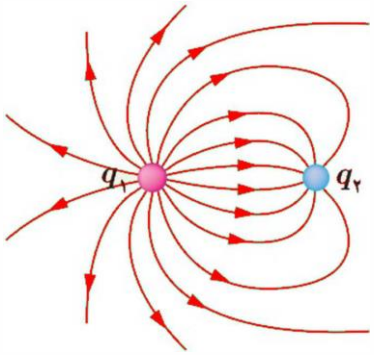




و در حالتی که بارها هم اندازه نباشند
هرچه خطوط متراکمتر باشند، بار و میدان قوی تر است.



تست: با توجه به شکل روبرو کدام گزینه صحیح است؟

۱) q_1 دارای بار مثبت و q_2 دارای بار منفی است و $|q_1| < |q_2|$

۲) q_1 دارای بار مثبت و q_2 دارای بار منفی است و $|q_1| > |q_2|$

۳) q_1 دارای بار منفی و q_2 دارای بار مثبت است و $|q_1| < |q_2|$

۴) q_1 دارای بار منفی و q_2 دارای بار مثبت است و $|q_1| > |q_2|$

چون از q_1 در حال خارج شدن و به q_2 در حال وارد شدن است بنابراین q_1 دارای بار مثبت و q_2 دارای بار منفی است و چون تراکم خطوط q_1 بیشتر است بنابراین $|q_1| > |q_2|$

تست: اندازه ی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه ای q در فاصله ی d سانتی متری از آن برابر با $E_1 = 36 \times 10^5 \frac{N}{C}$ و در فاصله ی $(d + 10)$ سانتی متری از آن برابر با $E_2 = 16 \times 10^5 \frac{N}{C}$ است. به ترتیب از راست به چپ، اندازه ی بار q چند میکروکولن و d چند سانتی متر است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

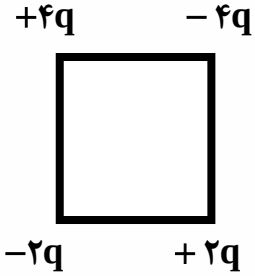
۱) ۵۶ و ۸ ۲) ۸و ۸

۳) ۵۶ و ۲۰ ۴) ۱۶ و ۲۰

$$E = k\frac{|q|}{r^2} \rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{16 \times 10^5}{36 \times 10^5} = \left(\frac{d}{d+10}\right)^2$$
$$\rightarrow \frac{4}{9} = \left(\frac{d}{d+10}\right)^2 \xrightarrow{d>0} \frac{2}{3} = \frac{d}{d+10} \rightarrow d = 20cm$$
$$E_1 = k\frac{|q|}{r_1^2} \xrightarrow{r_1 = d = 0/2m} 36 \times 10^5 = 9 \times 10^9 \frac{|q|}{(0/2)^2}$$
$$\rightarrow |q| = 16 \times 10^{-6} C = 16\mu C$$

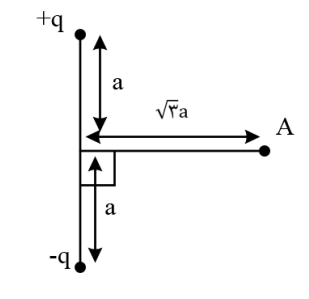
تست: اگر بار q در هریک از گوشه های مربع شکل پایین قرار گیرد میدان ناشی از آن در مرکز مربع E می‌شود. در اینصورت شدت میدان الکتریکی برایند در مرکز مربع زیر چند E است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $۲\sqrt{۲}$ ۴) $\sqrt{۲}$



تست: در شکل مقابل، اندازه ی برآیند میدان های الکتریکی حاصل از دو قطبی الکتریکی در نقطه ی A برابر کدام است؟ (مشابه کنکور سراسری)

۱) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{a^2}$ ۲) $\frac{1}{8\pi\varepsilon_0}\frac{q}{a^2}$ ۳) $\frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{q}{a^2}$ ۴) $\frac{1}{16\pi\varepsilon_0}\frac{q}{a^2}$



برای محاسبه بزرگی میدان الکتریکی در نقطه ی A ابتدا میدان الکتریکی هر یک از بارها را در نقطه ی A رسم می کنیم و سپس با توجه به جهت بردارها، برایند آنها را حساب می کنیم.

دقت کنید فاصله ی هر یک از بارها از نقطه ی A برابر $r_1 = r_2 = \sqrt{a^2 + 3a^2} = 2a$ است.

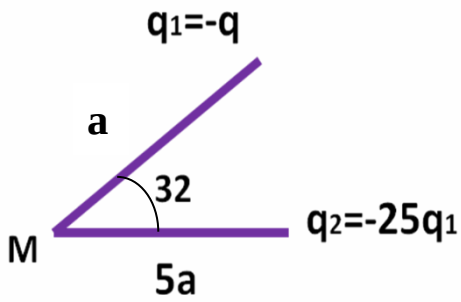
$$E_1 = E_2 = k\frac{q}{r^2} \xrightarrow{r=2a} E_1 = E_2 = k\frac{q}{4a^2}$$

$$E_T = 2E_1\cos\frac{\alpha}{2} \xrightarrow{\cos\frac{\alpha}{2}=\frac{a}{r}=\frac{a}{2a}=\frac{1}{2}} E_T = 2k\frac{q}{4a^2}\times\frac{1}{2}$$

$$\xrightarrow{k=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}} E_T = \frac{q}{16\pi\varepsilon_0 a^2}$$

تست: در شکل مقابل اگر اندازه میدان الکتریکی ناشی از q_1 در نقطه M برابر E باشد، اندازه برایند میدان کلی در نقطه M کدام گزینه است؟

۱) ۱/۴E ۲) ۰/۱۸E ۳) ۰/۵۶E ۴) ۰/۲۸E

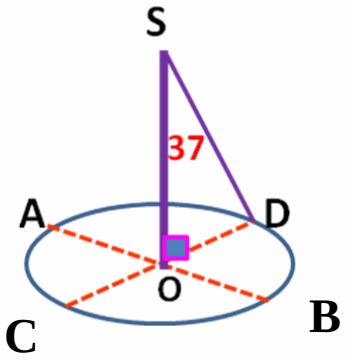


آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

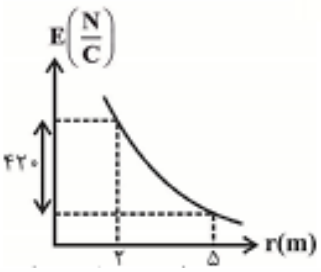
تست: دو قطر عمود بر هم AB و CD از یک دایره افقی را در نظر گرفته و چهار بار الکتریکی نقطه ای مشابه در نقاط A و B و C و D قرار می‌دهیم، اگر میدان الکتریکی هریک از بار ها در نقطه O برابر ۵۰۰۰۰ واحد SI باشد، برایند میدان الکتریکی در نقطه S چند SI است؟

۱) ۸۰۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰۰

۳) ۶۴۰۰۰ ۴) ۵۷۶۰۰



تست: نمودار اندازه میدان الکتریکی حاصل از بار q بر حسب فاصله از بار، مطابق شکل زیر است. اندازه میدان الکتریکی در فاصله ۴ متر از این بار چند نیوتون بر کولن است؟



۱) ۱۲۵ ۲) ۲۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۴۰۰

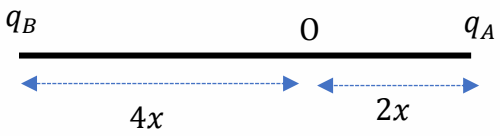
حل: اول از نمودار مقدار Kq را حساب میکنیم بعد میریم برای محاسبه میدان در نقطه ۴متری بار

$$E_1 - E_2 = 420 = \frac{Kq}{R_2^2} - \frac{Kq}{R_1^2} \rightarrow 420 = \frac{kq}{4} - \frac{kq}{25} \rightarrow kq = 2 \times 10^3$$

$$E = \frac{Kq}{R_2^2} = \frac{2 \times 10^3}{4^2} = 125$$

تست مهم: مطابق شکل زیر دو بار الکتریکی در فاصله ی ۶x از یکدیگر قرار گرفته اند و میدان الکتریکی برایند در نقطه ی O برابر $\vec{E}$ است. اگر بار الکتریکی q_B را خنثی کنیم، میدان الکتریکی برایند در نقطه ی O، $\frac{1}{3}\vec{E}$ می شود. نسبت $\frac{q_B}{q_A}$ کدام است؟ (آزمون کانون)

۱) ۸ ۲) -۸ ۳) ۴ ۴) -۴



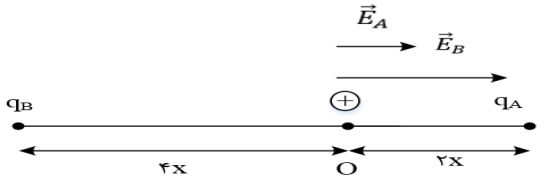
گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر بار الکتریکی q_B را خنثی کنیم، میدان الکتریکی باقی مانده در نقطه ی O تنها میدان الکتریکی q_A است، بنابراین می توانیم نتیجه بگیریم که E_A برابر $\frac{1}{3}E$ است و داریم:

$$\vec{E}_{\text{کل}} = \vec{E}_A + \vec{E}_B \rightarrow \vec{E}_{\text{کل}} = \frac{1}{3}\vec{E}_{\text{کل}} + \vec{E}_B \rightarrow \vec{E}_B = \frac{2}{3}\vec{E}_{\text{کل}}$$

با توجه به مقادیر به دست آمده برای $\vec{E}_A$ و $\vec{E}_B$ می توانیم نتیجه بگیریم که میدان الکتریکی ناشی از بارهای موردنظر در نقطه ی O هم جهت هستند و اندازه ی $\vec{E}_B$ دو برابر $\vec{E}_A$ است. بنابر این داریم:

$$E = \frac{k|q|}{r^2} \rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{|q_B|}{|q_A|} \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \rightarrow 2 = \frac{|q_B|}{|q_A|} \times \left(\frac{2x}{4x}\right)^2 \rightarrow \frac{|q_B|}{|q_A|} = 8$$

از طرف دیگر همان طور که در شکل زیر می بینید، اگر جهت مثبت را به سمت راست در نظر بگیریم، q_A بار مثبت آزمون را جذب و q_B بار مثبت آزمون را دفع کرده است. بنابر این بارهای q_A و q_B ناهمنام هستند و داریم:



$$\frac{q_B}{q_A} = -8$$

کجا برایند میدان الکتریکی ناشی از دوبار صفر می‌شود؟

اگر بارها هم علامت باشند ، میدان جایی داخل ونزدیک به بار کوچکتر می‌تواند صفر شود.

اگر بارها مختلف العلامت باشند میدان جایی خارج ونزدیک به بار کوچکتر می‌تواند صفر شود.

فرمول : $\frac{Kq_1}{R^2_1} = \frac{Kq_2}{R^2_2}$ $E_1 = E_2$

نکته تستی: اگر دو بار q_1 و q_2 در فاصله R از هم قرارداشته باشند و از ما بپرسند در چه فاصله ای از بار کوچکتر برایند میدان صفر شود داریم:

$\frac{R}{\sqrt{|H|}\pm 1}$ + همنام – ناهمنام و H برابرست با نسبت q ها

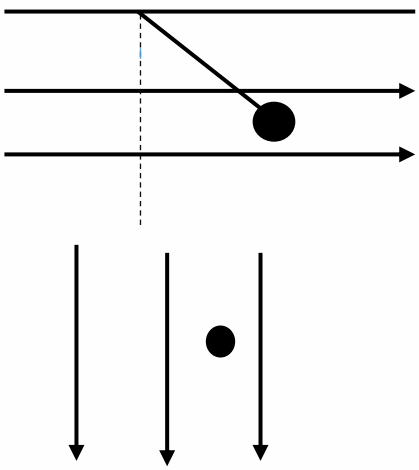
تست: دوبار ۴۵+ و ۵+ میکروکولونی در فاصله ۲۰ سانتیمتری از هم قرار دارند، در چه فاصله ای از بار ۵ میکروکولنی برایند میدان الکتریکی صفر می‌شود؟

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۴

تست: دوبار ۴۵- و ۵+ میکروکولونی در فاصله ۲۰ سانتیمتری از هم قرار دارند، در چه فاصله ای از بار ۵ میکروکولنی برایند میدان الکتریکی صفر می‌شود؟

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۴

نکات تکمیلی میدان الکتریکی

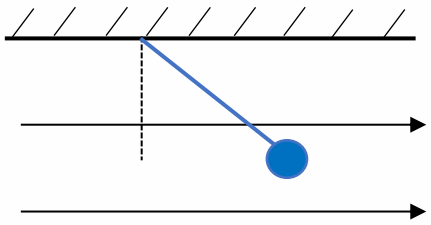


$$T\sin\theta = Eq$$
$$T\cos\theta = Mg$$
$$\tan\theta = \frac{Eq}{mg}$$

بار در میدان

$$\sum F = \sum ma$$
$$\pm mg \pm Eq = ma$$

تست: یک ذره که دارای بار الکتریکی کولن ۲۰×۱۰^{-۱۵} و جرم $۰/۱\times۱۰^{-۵}$ گرم است به انتهای طناب سبکی آویخته شده در میدان الکتریکی یکنواخت ۵×۱۰^{۵} بیین دو صفحهٔ افقی قرار گرفته است به ترتیب از راست به چپ نوع بار + است یا - ؟ آونگ چند درجه نسبت به حالت قائم منحرف می‌گردد؟ کشش طناب چه قدر است؟

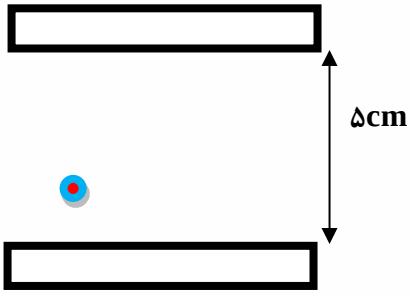


۱) + و ۴۵ درجه و $\frac{۱}{۷}\times۱۰^{-۷}$
۲) - و ۴۵ درجه و $۱۰^{-۷}$
۳) + و ۳۷ درجه و $\frac{۱}{۷}\times۱۰^{-۷}$
۴) + و ۳۰ درجه و $\frac{۱}{۷}\times۱۰^{-۷}$

تست: در آزمایش میلیکان، یک قطره روغن باردار به جرم ۰/۲۵ گرم و بار $q = -0.5\mu c$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به حالت تعادل درآمده است. اندازه و جهت این میدان در کام گزینه درست بیان شده است؟

۱) $E = 5\times10^{5}$, بالا
۲) $E = 4\times10^{5}$, بالا
۳) $E = 4\times10^{5}$, پایین
۴) $E = 5\times10^{5}$, پایین

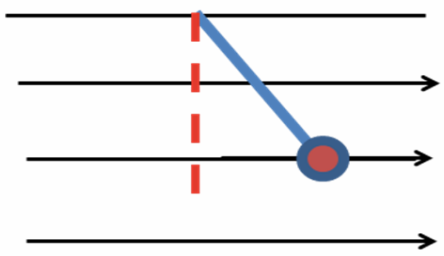
تست: یک ذره که دارای بار الکتریکی $1\times10^{-15}c$ کولن و جرم 10^{-8}گرم است در میدان الکتریکی یکنواخت $1/2\times10^{5}\ \frac{N}{c}$ بین دو صفحهٔ افقی قرار گرفته است. اگر ذره در ابتدا ساکن و به فاصلهٔ $1\ cm$ از صفحهٔ پایینی قرار داشته باشد،به ترتیب از راست به چپ در چه مدتی و با چه سرعتی به صفحهٔ بالایی می رسد؟ (فاصله دو صفحه از هم ۵ سانتیمتر است و بار صفحه بالا منفی و بار صفحه پایین مثبت است.)



۱) ۰/۲ – ۰/۴ ۲) ۰/۰۲-۰/۰۴
۳) ۰/۱- ۰/۲ ۴) ۰/۰۱ - ۰/۰۲

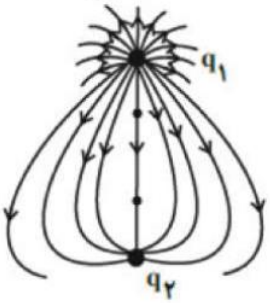
تست: در شکل زیر گلوله ۴ میلی کولنی در میدان $E=10$ نیوتن بر کولن در حالت تعادل است، و جرم گلوله ۲ گرم است.اگر ناگهان میدان الکتریکی حذف شود پس از گذشت ۲ ثانیه بزرگی سرعت گلوله تقریبا چه قدر می‌شود؟ (فرض کنید در دو ثانیه اول شتاب تقریبا ثابت باشد.)

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۱۰ ۴) ۵۰



Home work 3

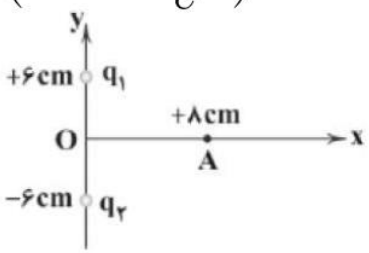
۱) در شکل مقابل که خطوط میدان الکتریکی را اطراف دو بار الکتریکی نقطه‌ای نشان می‌دهد، کدام گزینه صحیح است؟



۱) $q_۱ < ۰$ و $q_۲ > ۰$ و $|q_۱| > |q_۲|$
۲) $q_۱ > ۰$ و $q_۲ < ۰$ و $|q_۱| > |q_۲|$
۳) $q_۱ > ۰$ و $q_۲ < ۰$ و $|q_۱| = |q_۲|$
۴) $q_۱ > ۰$ و $q_۲ < ۰$ و $|q_۱| < |q_۲|$

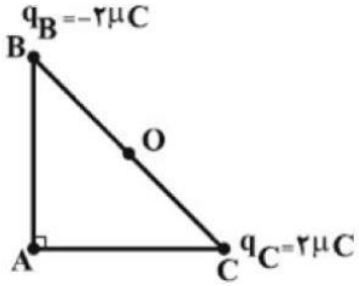
۲) در شکل زیر $q_۱ = -q_۲ = +۵\mu C$ است. برایند میدان‌های الکتریکی در نقطه‌ی A برحسب بردارهای یکه چند نیوتون بر کولن است؟

$\left(k = ۹\times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m}{C^۲}\right)$



۱) $+۵۴\times ۱۰^{۵}\vec{i}$
۲) $-۵۴\times ۱۰^{۵}\vec{j}$
۳) $+۷۲\times ۱۰^{۵}\vec{i}$
۴) $-۷۲\times ۱۰^{۵}\vec{j}$

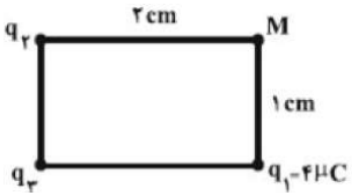
۳) مطابق شکل، دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_B = -۲\mu C$ و $q_C = +۲\mu C$ در دو رأس B و C از مثلث قائم‌الزاویهٔ متساوی الساقین ABC قرار دارند. اندازهٔ میدان الکتریکی برایند حاصل از این دو بار در نقطهٔ O (وسط ضلع BC) چند برابر اندازهٔ میدان الکتریکی برایند در رأس A است؟



۱) $۴\sqrt{۲}$
۲) $۲\sqrt{۲}$
۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$
۴) $\sqrt{۲}$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۴ مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ در سه رأس مستطیلی ثابت شده‌اند. اگر برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از این سه بار در نقطهٔ M برابر با صفر باشد، $q_۲$ چند میکروکولن است؟



۱) -۱۶ ۲) ۴ ۳) ۳۲ ۴) -۸

۵ در شکل مقابل، میدان الکتریکی حاصل از دو بار در نقطه‌ی M، بردار $\vec{E}$ است. اگر اندازه‌ی بار $q_۱$ دو برابر شود، میدان در M بردار $-\vec{E}$ می‌شود. $\frac{q_۲}{q_۱}$ کدام است؟



۱) ۶ ۲) -۶ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $-\frac{۳}{۸}$

۶ دو بار الکتریکی $q_۱$ و $q_۲$ در فاصلهٔ معینی از هم قرار دارند و شدت میدان الکتریکی در نقطهٔ M وسط دو بار برابر $\vec{E}$ است. اگر اندازه بار $q_۱$ را ۲ برابر کنیم، شدت میدان در همان نقطه $\frac{-\vec{E}}{۲}$ می‌شود. نسبت $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟

۱) $+۰/۳$ ۲) $+۰/۶$ ۳) $-۰/۳$ ۴) $-۰/۶$

۷ اندازه‌ی برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ که در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند، در نقطه‌ی M واقع در بین دو بار که فاصله‌ی آن از بار $q_۱$ برابر $\frac{r}{۳}$ است، برابر E می‌باشد. اگر بار $q_۱$ را حذف کنیم، اندازه‌ی میدان الکتریکی در این نقطه برابر $\frac{E}{۴}$ و در همان جهت قبلی می‌شود، حاصل $\frac{q_۲}{q_۱}$ برابر کدام گزینه است؟

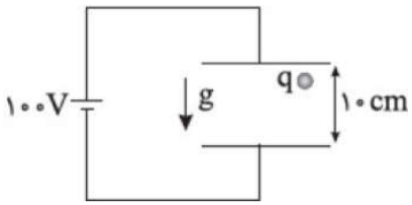
۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $-\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $-\frac{۱}{۳}$

۸ در آزمایش قطرهٔ روغن میلیکان، قطرهٔ روغنی به جرم $۴۳/۲\times۱۰^{-۱۷}\ \text{kg}$ را درنظر بگیرید که در فضای بین دو صفحهٔ فلزی موازی و افقی معلق است اگر بین این صفحات میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $۴/۵\times۱۰^{۳}\ \frac{N}{C}$ و رو به بالا برقرار باشد، این قطره باید ..... الکترون ..... باشد و جهت نیروی الکتریکی وارد به قطره از طرف میدان رو به ..... است. $\left(g=۱۰\frac{N}{\text{kg}}, e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C\right)$

۱) ۶ - گرفته - پایین ۲) ۶ - از دست داده - بالا ۳) ۷۲ - گرفته - پایین ۴) ۷۲ - از دست داده - بالا

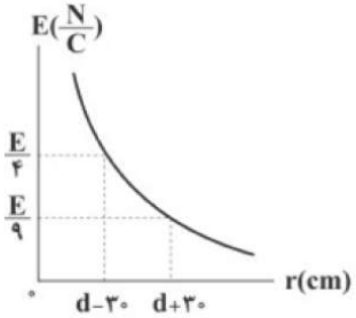
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۹) در شکل مقابل ذره‌ای به جرم $۲mg$ و بار الکتریکی q را بین دو صفحه فلزی از حالت سکون رها می‌کنیم. ذره با شتاب $۵\frac{m}{s^۲}$ به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند. بار q چند میکروکولن است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) $-۱۰^{-۸}$ ۲) $-۱۰^{-۲}$ ۳) $۱۰^{-۲}$ ۴) $۱۰^{-۸}$

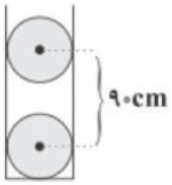
۱۰) نمودار تغییرات اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای $q = +۲\mu C$ برحسب فاصله از آن مطابق شکل است. به ترتیب (از راست به چپ) d چند سانتی‌متر و E چند نیوتون بر کولن است؟ $(K = ۹\times۱۰^{۹}\frac{N.m^۲}{C^۲})$



۱) $۵۰\times۱۰^{۳}-۱۵۰$ ۲) $۵۰\times۱۰^{۳}-۳۰۰$ ۳) $۴۰\times۱۰^{۳}-۱۵۰$ ۴) $۴۰\times۱۰^{۳}-۳۰۰$

۱۱) مطابق شکل زیر، مراکز دو گوی مشابه، هر یک به جرم $۴۰g$ که بار الکتریکی یکسان $+q$ در هر یک از آن‌ها به طور یکنواخت توزیع شده است، در فاصله‌ی ۹۰ سانتی‌متری از هم قرار دارند و گوی بالایی به حالت معلق مانده است. چند درصد از بار الکتریکی گوی بالایی را کاهش دهیم تا پس از رسیدن به تعادل الکتروستاتیکی، فاصله‌ی مرکز گوی‌ها از هم ۳۰ سانتی‌متر کاهش یابد؟ (اصطکاک گوی‌ها با جداره‌ی استوانه‌ی شیشه‌ای ناچیز است،

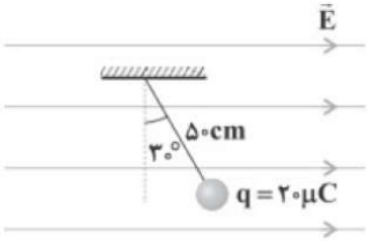
$(k = ۹\times۱۰^{۹}\frac{N.m^۲}{C^۲}$ و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) ۶۰ ۲) ۵۰ ۳) $\frac{۵۰۰}{۹}$ ۴) $\frac{۵۰۰}{۳}$

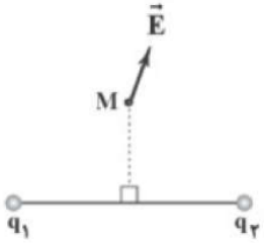
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۲) مطابق شکل، گلوله‌ای که دارای بار الکتریکی $۲۰\mu C$ است، با نخ سبکی آویخته شده است و درون میدان الکتریکی یکنواخت افقی $\vec{E}$ به حالت تعادل قرار دارد. اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقاط ابتدا و انتهای نخ برابر $۲۵۰V$ باشد، جرم گلوله چند گرم است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$



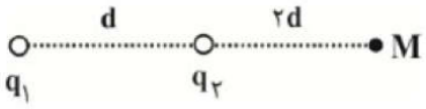
۱) $۲\sqrt{۳}$ ۲) $\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}$ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۳) در شکل مقابل، نقطه‌ی M روی عمودمنصف پاره‌خط واصل دو بار $q_۱$ و $q_۲$ است. اگر برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار در نقطه‌ی M در جهت نشان داده‌شده باشد، بار $q_۱$ .....، بار $q_۲$ ..... و اندازه‌ی بار $q_۱$ ..... از اندازه‌ی بار $q_۲$ است. (به ترتیب از راست به چپ)



۱) مثبت، منفی، بیشتر ۲) مثبت، مثبت، بیشتر ۳) مثبت، مثبت، کم‌تر ۴) مثبت، منفی، کم‌تر

۱۴) در شکل مقابل، میدان الکتریکی برایند حاصل از بارهای $q_۱$ و $q_۲$ در نقطه‌ی M برابر با $\vec{E}$ است. اگر بار نقطه‌ای $q_۱$ را دو برابر کنیم و بار نقطه‌ای $q_۲$ را به اندازه‌ی d به سمت راست منتقل کنیم، میدان الکتریکی برایند در این نقطه $-۲\vec{E}$ می‌شود. نسبت $\frac{q_۲}{q_۱}$ کدام است؟

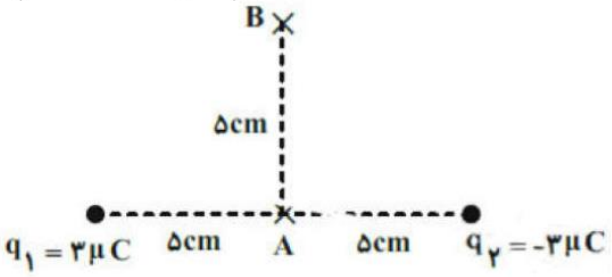


۱) $-\frac{۸}{۲۷}$ ۲) $-\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۸}{۲۷}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۵) در شکل مقابل بزرگی میدان الکتریکی برایند ناشی از بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی A چند برابر نقطه‌ی B است؟

$\left(k = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}\right)$



۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $۲\sqrt{۲}$ ۳) ۲ ۴) ۴

۱۶) به ذره‌ای به جرم $۲\ mg$ بار الکتریکی $۳۰\mu_C$ می‌دهیم و آن‌را در میدان الکتریکی با شدت $۲\times۱۰^{۳}\ \frac{N}{C}$ رها می‌کنیم. اگر فقط نیروی الکتریکی بر ذره وارد شود، سرعت ذره، $۵s$ پس از رها شدن چند متر بر ثانیه است؟

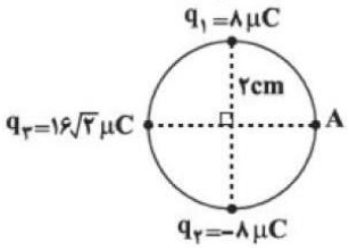
۱) $۵/۱\times۱۰^{۳}$ ۲) $۵/۷\times۱۰^{۳}$ ۳) $۷/۵\times۱۰^{۳}$ ۴) ۱۵×۱۰^{۳}

۱۷) در شکل زیر، برایند میدان الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی O برابر $\vec{E}$ است. اگر بار q_1 را خنثی کنیم، میدان الکتریکی برایند در نقطه‌ی O برابر با $-\vec{E}$ می‌شود. $\frac{q_2}{q_1}$ برابر کدام گزینه است؟



۱) ۲ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) -۲ ۴) $-\frac{۱}{۲}$

۱۸) در شکل مقابل سه بار الکتریکی نقطه‌ای در جای خود بر روی محیط یک دایره ثابت شده‌اند. برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از آن‌ها در نقطه A چند $\frac{kN}{C}$ و جهت آن به کدام سمت است؟ $\left(k = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}\right)$

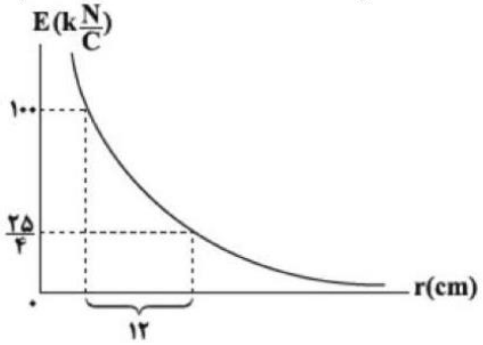


۱) ۱۸×۱۰^{۷}، ↘ ۲) ۱۸×۱۰^{۷}، → ۳) ۱۸×۱۰^{۴}، ↘ ۴) ۱۸×۱۰^{۴}، →

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۹) نمودار میدان الکتریکی حاصل از یک بار الکتریکی نقطه‌ای به جرم $4\ \text{mg}$ برحسب فاصله از آن، مطابق شکل مقابل است. اگر این بار در یک میدان الکتریکی یکنواخت قائم به بزرگی E به حالت تعادل قرار داشته باشد، E چند $\frac{N}{C}$ است؟

$$\left(g = 10\frac{N}{\text{kg}}, k = 9\times10^{9}\ \frac{N.m^2}{C^2}\right)$$

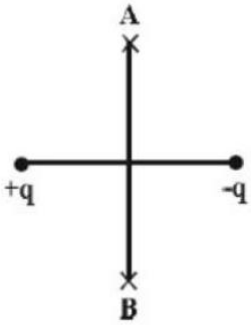


۱) ۲۵۰۰ ۲) ۲۲۵۰ ۳) ۱۲۵ ۴) ۱۲۵۰

۲۰) دو بار الکتریکی $q_1 = 80\mu\text{C}$ و $q_2 = -50\mu\text{C}$ در فاصله‌ی d از هم قرار دارند، و بزرگی برآیند میدان الکتریکی حاصل از دو بار در وسط فاصله‌ی آن‌ها برابر با E_1 است. اگر ۲۵ درصد از بار q_1 را برداریم و به بار q_2 منتقل کنیم، برآیند میدان‌های الکتریکی در وسط این دو بار E_2 می‌شود. $\frac{E_2}{E_1}$ کدام است؟

۱) $\frac{9}{13}$ ۲) $\frac{13}{9}$ ۳) $\frac{9}{20}$ ۴) $\frac{20}{9}$

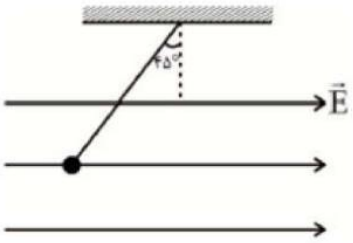
۲۱) در شکل زیر اگر بر روی عمودمنصف خط واصل دو بار از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا شویم، اندازه‌ی میدان الکتریکی برایند چگونه تغییر می‌کند؟



۱) همواره افزایش می‌یابد. ۲) همواره کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. ۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

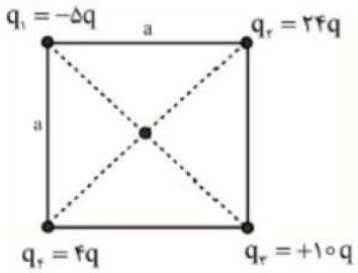
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۲۲ ذره‌ای با بار الکتریکی q و جرم ۸۰ میلی‌گرم در یک میدان الکتریکی یک‌نواخت به بزرگی $۲\times ۱۰^{۳}\ \frac{N}{C}$ در حال تعادل است. بار q کدام است؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^{۲}}\right)$



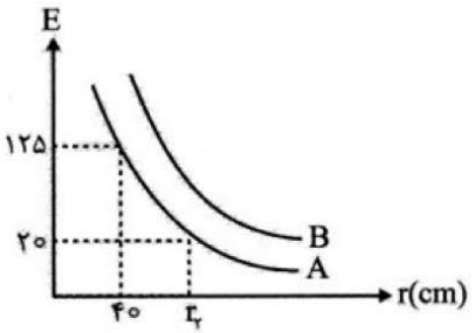
۱) $-۰/۴\mu C$ ۲) $+۰/۴\mu C$ ۳) $-۰/۴\ mC$ ۴) $+۰/۴\ mC$

۲۳ بزرگی میدان الکتریکی بار نقطه‌ای q در فاصله a از آن E است.
میدان الکتریکی خالص در مرکز مربع در شکل مقابل چند E است؟



۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) $۱۰\sqrt{۱۷}$

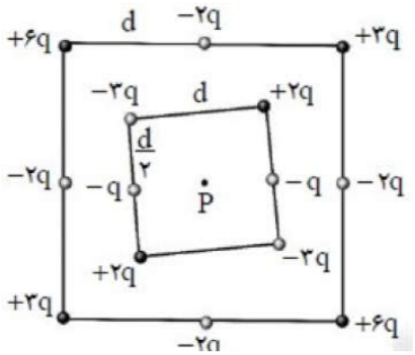
۲۴ نمودار تغییرات میدان برحسب فاصله از دو بار نقطه‌ای q_A و q_B به صورت مقابل است. در این صورت اندازه کدام بار بیشتر است و مقدار $r_۲$ برحسب سانتی‌متر کدام است؟



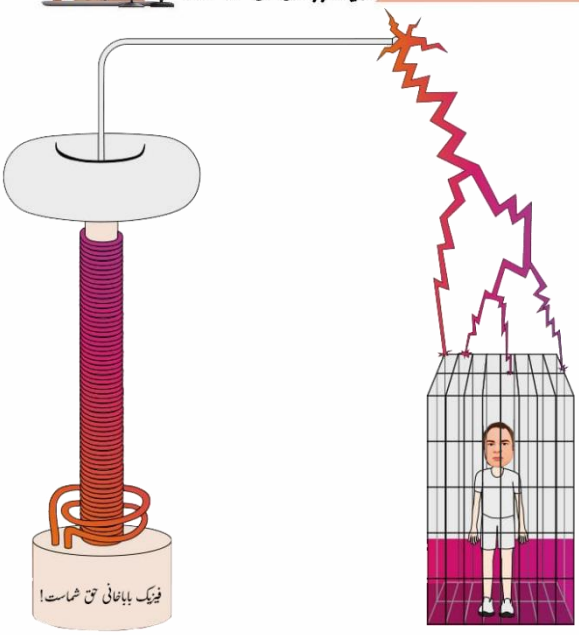
۱) q_A، ۲۵۰ ۲) q_B، ۲۵۰ ۳) q_A، ۱۰۰ ۴) q_B، ۱۰۰

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۲۵ شکل زیر دو آرایهٔ مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها که در نقطهٔ P هم‌مرکزند، هم‌ردیف نیستند. ذره‌ها روی محیط مربع با فاصلهٔ d یا $\frac{d}{۲}$ از هم قرار گرفته‌اند. کدام گزینه بزرگی میدان الکتریکی برآیند در نقطهٔ P در SI و جهت آن را به‌درستی بیان می‌کند؟



۱) صفر
۲) $\frac{kq}{d^۲}$ ، ↗
۳) $\frac{۴kq}{d^۲}$ ، ↗
۴) $\frac{kg}{d^۲}$ ، ↙



توزیع و القای بار در رساناها

جسم رسانایی را که توسط عایقی از محیط اطراف خود جدا شده است **رسانای منزوی** می‌گویند.

در یک رسانای منزوی اگر باری اضافی به این جسم رسانا داده شود، و یا آن جسم در یک میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد پس از مدت زمان کوتاهی میدان الکتریکی داخل رسانا صفر می‌شود .

در ادامه این دو وضعیت را بررسی می‌کنیم:

الف رسانای باردار: طبق آزمایش فارادی ظرف رسانایی با درپوش فلزی را درنظر بگیرید که روی پایهٔ نارسانایی قرار دارد و روی درپوش آن دسته ای عایق نصب شده است .ابتدا ظرف بدون بار است .یک گوی فلزی را از نخی عایق آویزان است باردار و سپس وارد ظرف می‌کنیم آنگاه درپوش فلزی را می بندیم .اکنون گوی را با کف ظرف تماس می‌دهیم سپس درپوش فلزی را بادستهٔ عایقش برمی داریم و پس از خارج کردن گوی فلزی از ظرف، آن را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم .مشاهده می‌شود عقربهٔ الکتروسکوپ تکان نمی خورد از این آزمایش نتیجه می گیریم که بار اضافی یک رسانای منزوی روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود .به عبارتی، وقتی گوی با کف ظرف تماس پیدا می‌کند مجموعهٔ گوی و ظرف، رسانایی را تشکیل می دهند که در سطح خارجی این جسم رسانای مرکب بار مشابه توزیع می‌شود.

ب رسانای منزوی و خنثی در میدان الکتریکی خارجی: اگر یک رسانای خنثی منزوی در یک میدان الکتریکی خارجی قرار داده شود الکترون های آزاد رسانا طوری روی سطح خارجی آن توزیع می شوند که اثر میدان خارجی را درون رسانا خنثی کنند و میدان خالص درون رسانا صفر می‌شود.

نتیجه نهایی اینکه : در هر دو مورد الف و ب میدان الکتریکی داخل رسانا پس از مدتی برابر صفر می‌شود؛ زیرا درغیراین صورت، این میدان باید نیروهایی برالکترون های آزاد داخل رسانا وارد کند و در نتیجه جریانی در داخل رسانا ایجاد شود یعنی بارها از جایی به‌جای دیگر انتقال یابند .ولی چنین جریانی داخل یک رسانا وجود ندارد، که این بدین معناست که بارها در تعادل الکتروستاتیکی قرار دارند افزون بر این، اگر روی سطح رسانا که در تعادل الکتروستاتیکی است میدان الکتریکی وجود داشته باشد، این میدان باید عمود بر سطح رسانا باشد؛ چرا که در غیراین صورت میدان مؤلفه ای مماس بر سطح رسانا خواهد داشت و این مؤلفه باعث حرکت الکترون های آزاد بر سطح رسانا می‌گردد که این در تناقض با شرط تعادل الکترواستاتیکی است.

در سال ۱۸۷۳ میلادی مایکل فارادی از در آزمایشی فردی را در یک **قفس** رسانای بزرگ قرار داد و آن را تا حدی شارژ کرد که بارهای الکتریکی به صورت جرقه از گوشه‌های آن جریان پیدا کردند.

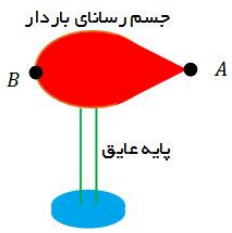
قفس فارادی علاوه بر اینکه محافظی در برابر امواج بیرونی است، به امواج درون خود نیز اجازه خروج نمی‌دهد. در این حالت الکترون‌های سطح رسانا به گونه‌ای روی سطح داخلی آن آرایش می‌یابند که اثر بارهای الکتریکی درون قفس را خنثی کنند.

چگالی بار الکتریکی: (ویژه رشته ریاضی)

در اجسام رسانایی که تقارن کروی دارند چگالی بار الکتریکی در تمام سطح رسانا یکسان است ولی در اجسامی که تقارن کروی ندارند، چگالی بار در نقاط نوک تیز بیشتر است اما پتانسیل یکسان است

همچنین چگالی بار از تقسیم اندازه بار بر مساحت سطح خارجی رسانا محاسبه می‌شود.





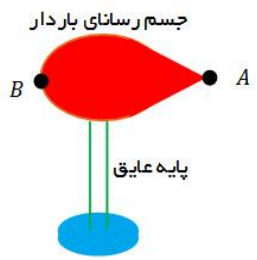
$\delta_A > \delta_B$

چگالی

فرمول چگالی $\delta = \frac{q}{A}$

فرمول مقایسه چگالی $\frac{\delta_2}{\delta_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \frac{r_1^2}{r_2^2}$

تست: با توجه به شکل مقابل کدام گزینه در خصوص چگالی و پتانسیل نقاط A و B صحیح است؟



۱) $V_A = V_B \, , \delta_A > \delta_B$

۲) $V_A > V_B \, , \delta_A > \delta_B$

۳) $V_A < V_B \, , \delta_A < \delta_B$

۴) $V_A = V_B \, , \delta_A = \delta_B$

تست: شعاع کره A ۵ برابر کره B و بار کره A ۳۰۰ درصد بیشتر از کره B است، چگالی A چند برابر B است؟

$\frac{25}{9}$ $\frac{9}{25}$ $\frac{25}{4}$ $\frac{4}{25}$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

کار میدان الکتریکی

وقتی یک ذره باردار در یک میدان الکتریکی قرار دارد نیروی F=Eq به آن وارد میشود و ما از فرمول‌های فیزیک دهم میتوانیم کار این نیرو را از رابطه زیر محاسبه کنیم

$$W_{\text{میدان}} = E|q|dCos\alpha$$

که در این فرمول، E میدان q بار الکتریکی d جابه‌جایی و آلفا زاویه بین نیروی میدان و جابه‌جایی است

کار انجام شده توسط نیروی خارجی :

فرض کنید در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره‌ای با بار q، با اعمال نیرویی از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر جابه‌جا شود در حین این حرکت نیروی خارجی، کار خارجی Wرا روی بار انجام میدهد، درصورتیکه سرعت ذره ابتدا و انتها یکسان باشد برای محاسبه این کار کافیست همان کار میدان را محاسبه کنیم و علامت آن را قرینه کنیم

$$W_{\text{خارجی}} = -W_{\text{میدان}}$$

انرژی پتانسیل الکتریکی:

به طور کلی به انرژی ذخیره شده در اجسام انرژی پتانسیل گفته میشود مثلا وقتی یک تخته سنگ را از زمین بالا میبریم یا فنری را به زور فشرده میکنیم، به انرژی ذخیره شده پتانسیل گرانشی و پتانسیل کشسانی میگوییم،حال اگر دو ذره همنام را به زور به سمت هم ببریم نیز همانند مثال های فوق در آن انرژی ذخیره میشود که به آن انرژی پتانسیل الکتریکی میگویند.(این انرژی در اثر حرکت یک ذره باردار در میدان الکتریکی هم ایجاد میشود.) برای محاسبه تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی کافیست همان کار میدان را محاسبه کنیم و علامت آن را قرینه کنیم

$$\Delta U = -W_{\text{میدان}}$$

پتانسیل الکتریکی: تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برای هر ذرهٔ بارداری (چه مثبت و چه منفی) علاوه بر بزرگی میدان الکتریکی و جابه‌جایی ذره، به بار الکتریکی آن نیز بستگی دارد؛ مثلاً با دو برابر شدن بار ذره، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن نیز دو برابر می‌شود .بنابراین، نسبت تغییر انرژی پتانسیل به بار ذره، مستقل از نوع و اندازه بار الکتریکی است به این نسبت، اختلاف پتانسیل الکتریکی دونقطه ای می‌گو ییم که ذرّه میان آنها جابه‌جا شده است و آن را با ΔV نمایش می‌دهیم: $\Delta V = \frac{\pm \Delta U}{\pm q}$ یا $\Delta V = -E|q|d\cos\theta$ یا

در این رابطه ΔU ، تغییرانرژی پتانسیل الکتریکی برحسب ژول ، q بار الکتریکی (برحسب کولن وΔV اختلاف پتانسیل بر حسب ولت است.) همچنین منظور از زاویه گلابی! زاویه میدان با جابه جایی است

نکته : برای محاسبه علامت ΔV به اینکه هرچه در جهت میدان برویم v کاهش میابد دقت کنید!

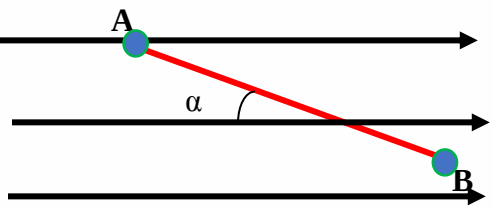
خلاصه نکات

- $W_{\text{میدان}} = E|q|d\cos\alpha$
- میدان $W = -W$ ما (نیروی خارجی در تندی ثابت ابتدا و انتها)
- میدان $\Delta U = -W$
- $\Delta V = \frac{\pm \Delta U}{\pm q}$ یا $\Delta V = -E|q|d\cos\theta$ یا

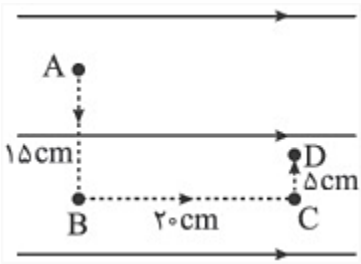
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

تست : مطابق شکل، بار $q=-۲۰nC$ را در میدان الکتریکی یکنواخت ۸×۱۰^{۵} از نقطهٔ **A** تا نقطهٔ **B** با سرعت ثابت جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB=۴m$ و $\alpha=۳۷^{\circ}$ باشد،کار میدان و کار نیروی خارجی و تغییر انرژی پتانسیل و اختلاف پتانسیل بین **A** و **B** برابرست با.....

1) $W_E=-512\times10^{-4}$ $W_{\text{خارجی}}=+512\times10^{-4}$ $\Delta U=+512\times10^{-4}$ $\Delta V=-25.6\times10^{5}$
2) $W_E=+512\times10^{-4}$ $W_{\text{خارجی}}=-512\times10^{-4}$ $\Delta U=-512\times10^{-4}$ $\Delta V=+25.6\times10^{5}$
3) $W_E=+512\times10^{-4}$ $W_{\text{خارجی}}=+512\times10^{-4}$ $\Delta U=+512\times10^{-4}$ $\Delta V=-29.6\times10^{5}$
4) $W_E=-512\times10^{-4}$ $W_{\text{خارجی}}=+512\times10^{-4}$ $\Delta U=+512\times10^{-4}$ $\Delta V=-29.6\times10^{5}$



تست: در شکل مقابل،اندازه‌ی میدان الکتریکی یکنواخت برابر دوهزار نیوتن برکولن است،اگر بار الکتریکی ۳۰ نانوکولنی را از نقطه‌ی **A** تا **D** جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند میکروژول و چگونه تغییر می‌کند؟

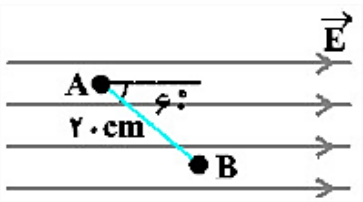


۱) ۲۴ افزایش ۲) ۲۴ کاهش ۳) ۱۲ افزایش ۴) ۱۲ کاهش

در مسیر AB و DC کسینوس ۹۰ صفر است و فقط کافیست مسیرBC را رصد کنیم

$$\Delta U=-E|q|d\cos\alpha \quad \rightarrow \Delta U=-2000(30\times10^{-9})(20\times10^{-2})\cos0=-12\times10^{-6}$$

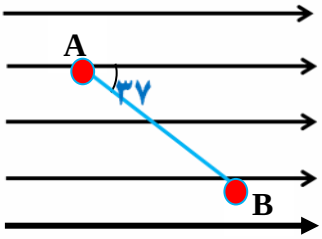
تست : مطابق شکل مقابل، میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی ۱۰۰۰ نیوتن برکولن مفروض است. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه**A** و **B** (V_A-V_B) در فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم چند ولت است؟



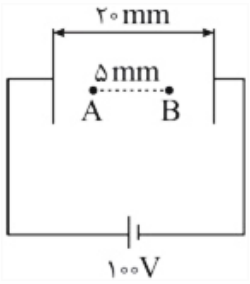
۱) $+۱۰۰$ ۲) -۱۰۰ ۳) $+۵۰$ ۴) -۵۰

گزینه ۱

تمرین مهم: مطابق شکل گلوله‌ای به جرم ۲گرم و با بار ۲۰- میکروکولن را از نقطه **A** به **B** شلیک می‌کنیم و گلوله در **B** متوقف می‌شود اگر بزرگی میدان یکنواخت $E = ۲\times ۱۰^{۸}$ و نیروی اصطکاک مولکولهای هوا ۸ نیوتن باشد، و فاصله **A** از **B** ۱۰ سانتیمتر باشد، سرعت پرتاب از نقطه **A** تقریبا ؟



تست : مطابق شکل ذره‌ی باردار $q = +4\mu c$ از نقطه‌ی **B** با تندی $20\frac{m}{s}$ به سمت نقطه‌ی **A** به چپ پرتاب می‌شود. اگر جرم ذره برابر $2 \times 10^{-6}kg$ باشد، تندی این ذره در نقطه‌ی **A** چند متر بر ثانیه است؟ (از اثر وزن و اصطکاک صرف‌نظر کنید.)



۱) $10\sqrt{3}$ ۲) $10\sqrt{2}$ ۳) $60\sqrt{3}$ ۴) $10\sqrt{5}$

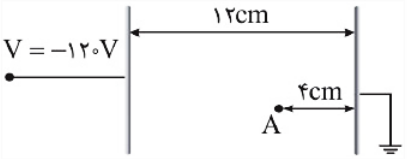
حل:

$$W_T = \frac{1}{2}mV_A^2 - \frac{1}{2}mV_B^2$$

$$Eqdcos180 = \frac{1}{2}(2 \times 10^{-6})V_A^2 - \frac{1}{2}(2 \times 10^{-6})400$$

$$-10 \times 10^{-5} = 10^{-6}V_A^2 - 40 \times 10^{-5}$$
$$30 \times 10^{-5} = 10^{-6}V_A^2 \rightarrow V_A^2 = 300 \rightarrow V_A = 10\sqrt{3}$$

تست : مطابق شکل مقابل ذره‌ای به جرم ۴۰g با بار الکتریکی مثبت به اندازه q+ از حال سکون از نقطه**A** رها می‌شود و با تندی ۴۰m/s به صفحه مقابلش برخورد می‌کند. اگر از نیروی گرانش و مقاومت هوا صرف نظر کنیم، مقدار q چند کولن است؟

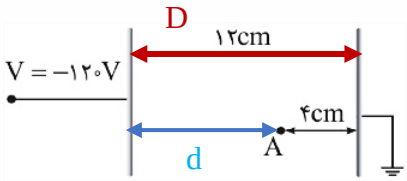


۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۸

پاسخ:

ذره مثبت است پس به سمت چپ میرود و مواظب باشید ما دوتا D d داریم اینجا!

$$W_T = \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 \rightarrow Eqdcos0 = \frac{1}{2}mV_2^2 - 0$$

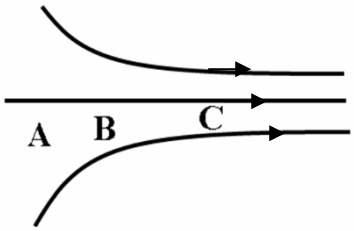


$$\frac{V}{D}q\ dcos0 = \frac{1}{2}mV_2^2 - 0 \rightarrow \frac{120}{0.12}(q)0.08 = \frac{1}{2}0.040(1600) \rightarrow q = 0.4$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

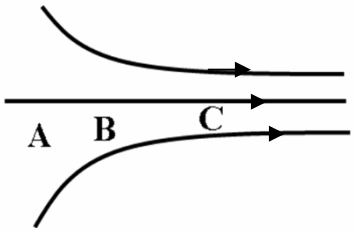
مقایسه میدان و نیرو و پتانسیل و انرژی پتانسیل

میدان : هرجا که خطوط میدان به هم نزدیکتر باشند میدان قوی تر است



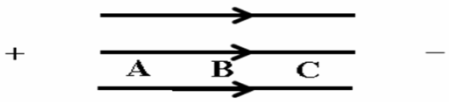
$$E_C > E_B > E_A$$

نیرو: هرجا که خطوط میدان به هم نزدیکتر باشند نیروی وارد بر بار قوی تر است.



$$F_C > F_B > F_A$$

پتانسیل الکتریکی : هرچه در جهت میدان پیش رویم پتانسیل کاهش می‌یابد (نوع بار اهمیتی ندارد)

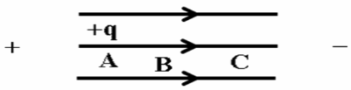




$$V_A > V_B > V_C$$

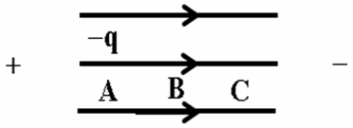
انرژی پتانسیل الکتریکی

بار + هرچه در جهت میدان پیش رویم انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد.



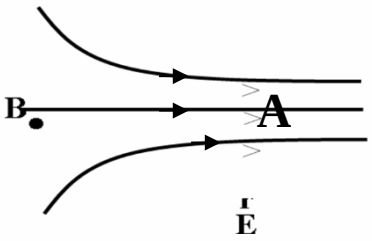
$$U_A > U_B > U_C$$

بار − هرچه در جهت میدان پیش رویم انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد.



$$-q \Leftarrow U_C > U_B > U_A$$

تست: در شکل مقابل، باری منفی از A به B جابجا می‌شود ، کدام رابطه درست است؟



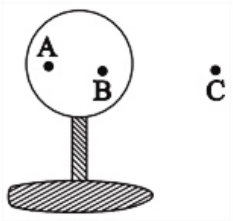
۱) $U_A > U_B, F_A > F_B, V_B > V_A, E_B < E_A$

۲) $U_A > U_B, F_A > F_B, V_B > V_A, E_B > E_A$

۳) $U_A < U_B, F_A = F_B, V_B < V_A, E_B < E_A$

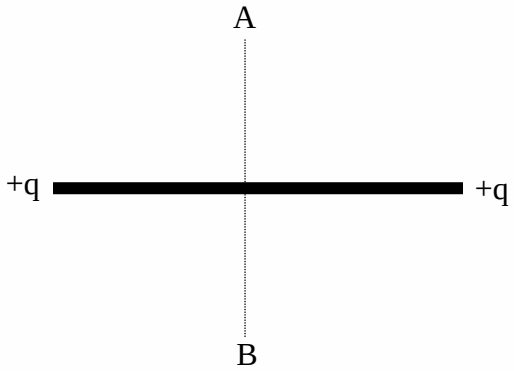
۴) هرسه گزینه غلط است.

تست: در شکل زیر، کره‌ی فلزی رسانایی با بار الکتریکی منفی روی پایه‌ی نارسانایی قرار دارد. به ترتیب مشخص کنید که پتانسیل الکتریکی از A تا B و از B تا C چگونه تغییر می‌کند؟ A و B روی کره‌ی رسانا هستند



۱)ثابت – کاهش ۲) ثابت – افزایش ۳)افزایش-کاهش ۴)کاهش-افزایش

تست: دوبار همنام q+ در فاصله r از هم قرار دارند،اگر روی خط عمود منصف خط واصل بین دو بار از نقطه A به سمت نقطه B برویم پتانسیل الکتریکی.....



۱) همواره افزایش

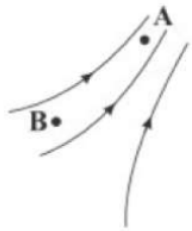
۲)همواره کاهش

۳)ابتدا افزایش سپس کاهش

۴)ابتدا کاهش سپس افزایش

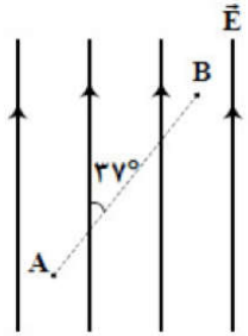
Home worke 4

۱) در شکل زیر، خطوط میدان الکتریکی رسم شده است. کدام گزینه رابطه‌ی درستی را در ارتباط با شدت میدان الکتریکی و پتانسیل الکتریکی در نقاط A و B نشان می‌دهد؟



۱) $E_A < E_B$ و $V_A = V_B$
۲) $E_A > E_B$ و $V_A > V_B$
۳) $E_A > E_B$ و $V_A < V_B$
۴) $E_A < E_B$ و $V_A < V_B$

۲) مطابق شکل مقابل، بار $q = -۵\mu C$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $E = ۵\times۱۰^{۴}\ \frac{N}{C}$ از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB = ۵۰\ cm$ باشد. $V_A - V_B$ چند کیلوولت است؟ $(Sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



۱) ۱۵
۲) ۲۰
۳) -۱۵
۴) -۲۰

۳) بار الکتریکی $-۴\mu C$ از نقطهٔ A با پتانسیل الکتریکی $V_A = -۲۰V$ تا نقطهٔ B با پتانسیل الکتریکی $V_B = -۵V$ جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی بار چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟

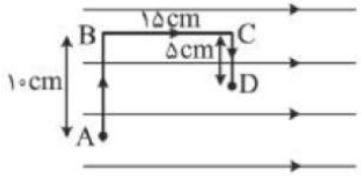
۱) $۱۰^{-۴}$، افزایش می‌یابد.
۲) $۱۰^{-۴}$، کاهش می‌یابد.
۳) ۶×۱۰^{-۵}، افزایش می‌یابد.
۴) ۶×۱۰^{-۵}، کاهش می‌یابد.

۴) ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -۲۰\mu C$ در میدان الکتریکی یکنواخت $E = ۴\times۱۰^{۴}\ \frac{N}{C}$ توسط یک نیروی خارجی با سرعت ثابت به اندازهٔ $۵۰\ cm$ در خلاف جهت میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود. در این جابه‌جایی، کار نیروی خارجی و تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره به‌ترتیب چند ژول است؟

۱) $-۰/۴$ و $-۰/۴$
۲) $-۰/۴$ و $+۰/۴$
۳) $+۰/۴$ و $-۰/۴$
۴) $+۰/۴$ و $+۰/۴$

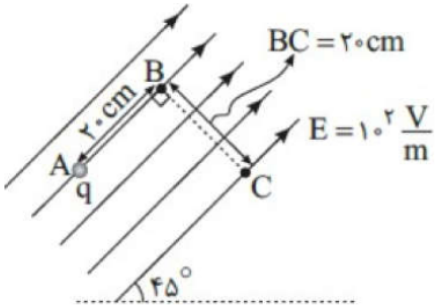
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۵) در شکل زیر در میدان الکتریکی یکنواخت $E = ۲\times۱۰^{۵}\ \frac{N}{C}$، بار نقطه‌ای $q = ۸\mu C$ از نقطهٔ A به نقطهٔ D در مسیر نشان داده شده منتقل شده است. در این انتقال انرژی پتانسیل الکتریکی این ذرهٔ باردار چند ژول تغییر می‌کند؟



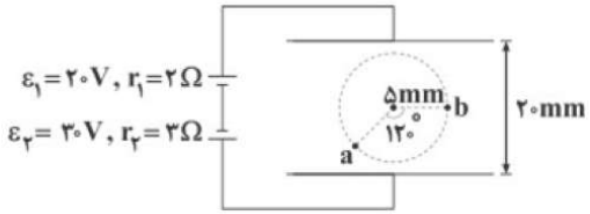
۱) $-۰/۴۸$ ۲) $-۰/۲۴$ ۳) $+۰/۴۸$ ۴) $+۰/۲۴$

۶) در شکل مقابل به ذره‌ای خنثی تعداد $۱۰^{۱۵}$ الکترون می‌دهیم و آن را در میدان الکتریکی $۱۰۰\frac{V}{m}$ از نقطه‌ی A به B و سپس به C می‌بریم. انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در این جابه‌جایی چند میلی‌ژول تغییر می‌کند؟ ($e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$)



۱) -۳/۲ ۲) ۳/۲ ۳) $۳/۲\sqrt{۲}$ ۴) $-۳/۲\sqrt{۲}$

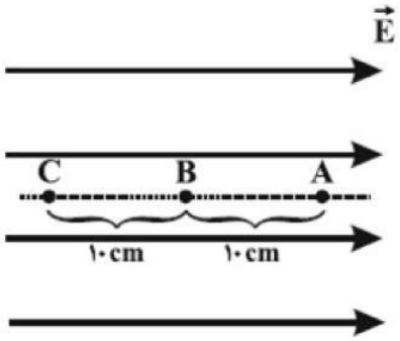
۷) در میدان الکتریکی یکنواخت ایجادشده بین دو صفحه‌ی موازی نشان داده‌شده، حاصل $V_a - V_b$ در SI برابر کدام گزینه است؟



۱) $۱/۲۵\sqrt{۳}$ ۲) $-۱/۲۵\sqrt{۳}$ ۳) $۲/۵\sqrt{۳}$ ۴) $-۲/۵\sqrt{۳}$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۸ مطابق شکل مقابل، گلوله‌ای به جرم ۲۰g و بار الکتریکی $+۴۰\mu C$، در خلاف جهت خط‌های میدان الکتریکی یکنواخت افقی به بزرگی $۵۰\frac{V}{mm}$ از نقطهٔ A پرتاب می‌شود. برای کاهش تندی این جسم، نیرویی خارجی در خلاف جهت حرکت گلوله به آن اعمال کرده‌ایم. اگر تندی گلوله در نقاط B و C به‌ترتیب $۱۰\frac{m}{s}$ و $۶\frac{m}{s}$ باشد، اندازهٔ کار نیروی خارجی در جابه‌جایی از B تا C چند ژول است؟ (از نیروی وزن صرف‌نظر کنید.)

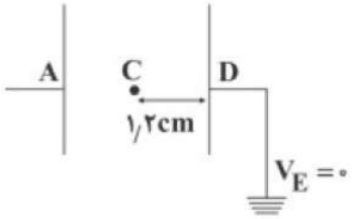


۱) ۰/۸۴ ۲) ۰/۶۴ ۳) ۰/۴۴ ۴) ۰/۲۰

۹ یک باتری ۹ ولتی به دو سر صفحه‌های فلزی موازی که در فاصله‌ی ۴/۵ میلی‌متری از یک‌دیگر قرار دارند، وصل شده است. یک الکترون از حالت سکون از صفحه‌ی منفی رها می‌شود، اگر تنها نیروی الکتریکی حاصل از میدان الکتریکی صفحه‌ها را در نظر بگیریم، انرژی جنبشی الکترون هنگامی که به صفحه‌ی مثبت می‌رسد، چند میکروژول است؟
$(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ C)$

۱) $۲/۸۸\times۱۰^{-۱۸}$ ۲) $۲/۸۸\times۱۰^{-۱۲}$ ۳) $۱/۴۴\times۱۰^{-۱۸}$ ۴) $۱/۴۴\times۱۰^{-۱۲}$

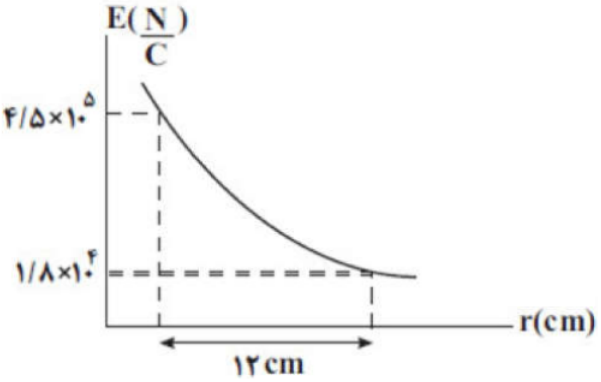
۱۰ در شکل مقابل، پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A برابر با ۲۴۰V و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی C و D برابر با ۹۶V است. فاصله‌ی بین این دو صفحه‌ی رسانا چند سانتی‌متر است؟



۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۶ ۴) ۴

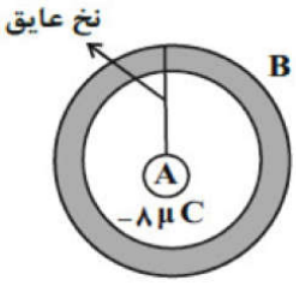
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۱) نمودار بزرگی میدان الکتریکی برحسب فاصله از بار $q < 0$، مطابق شکل مقابل است. اگر این بار الکتریکی را هم‌جهت با خطوط یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $2/5M\frac{N}{C}$ به اندازهٔ $4\ cm$ جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی این بار چند میلی‌ژول و چگونه تغییر می‌کند؟ $\left(K = 9\times10^{9}\ \frac{N.m^2}{C^2}\right)$



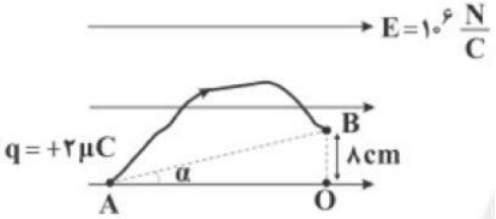
۱) $4/5$، افزایش می‌یابد.
۲) ۴۵، کاهش می‌یابد.
۳) ۴۵، افزایش می‌یابد.
۴) $4/5$ کاهش می‌یابد.

۱۲) کره‌ی رسانای A با بار الکتریکی $-8\mu C$ توسط نخ عایقی از داخل پوسته‌ی رسانای کروی و بدون بار B آویزان است. اگر نخ پاره شود، پس از تعادل الکتریکی، به‌ترتیب بار سطح داخلی و خارجی پوسته‌ی B کدام است؟



۱) صفر و صفر
۲) $-4\mu C$ و $-4\mu C$
۳) صفر و $-8\mu C$
۴) $-8\mu C$ و صفر

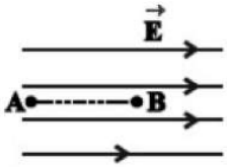
۱۳) مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار مثبت، با طی کردن مسیر نشان داده‌شده از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌شود. کار انجام‌شده توسط میدان الکتریکی روی این ذره در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $\left(\tan\alpha = \frac{4}{5}\right)$



۱) ۵
۲) $0/2$
۳) ۲
۴) ۱۰

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۴) در شکل مقابل و در میدان الکتریکی یک‌نواختی به بزرگی $۱۰^{۵}\ \frac{N}{C}$، ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -۵\mu C$ در نقطه‌ی B بدون تندی اولیه رها می‌شود. وقتی این ذره در مسیر مستقیم، ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جا شده و به نقطه‌ی A می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟ (از اثر گرانش و نیروهای مقاوم در مقابل حرکت ذره صرف‌نظر شود.)



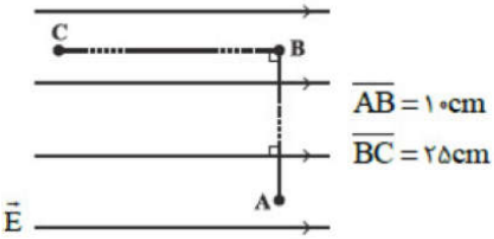
۱) ۰/۱ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۵

۱۵) مطابق شکل مقابل، در یک میدان الکتریکی یک‌نواخت به بزرگی $E = ۲\times۱۰^{۳}\ \frac{N}{C}$، پروتونی را از نقطه‌ی A رها می‌کنیم. اگر پروتون با تندی $۲\times۱۰^{۵}\ \frac{m}{s}$ به صفحه‌ی منفی برخورد کند، فاصله‌ی نقطه‌ی A از صفحه‌ی منفی و مثبت به‌ترتیب از راست به چپ چند سانتی‌متر است؟ (از نیروی وزن و تمامی اصطکاک‌ها صرف‌نظر کنید، $m_P = ۱/۶\times۱۰^{-۲۷}\ \text{kg}$ و بار پروتون $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ C$ می‌باشد.)



۱) ۱، ۱۱ ۲) ۱۰، ۱۱ ۳) ۱۰، ۱ ۴) ۱، ۱۰

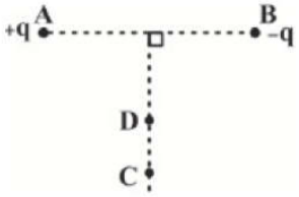
۱۶) مطابق شکل مقابل، بار الکتریکی نقطه‌ای q در میدان الکتریکی یک‌نواختی به بزرگی $E = ۱/۶\times۱۰^{۷}\ \frac{N}{C}$ از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B و سپس تا نقطه‌ی C جابه‌جا می‌شود. اگر کار نیروی میدان الکتریکی در این جابه‌جایی برابر با $+۸\ \text{mJ}$ باشد، بار q چند نانوکولن است؟



۱) -۲ ۲) ۲ ۳) -۲۰ ۴) ۲۰

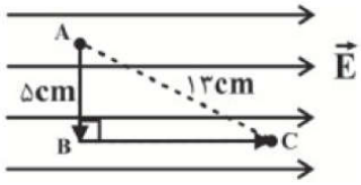
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۷ مطابق شکل مقابل، دو بار الکتریکی نقطه‌ای و هم‌اندازه‌ی $+q$ و $-q$ در نقطه‌های A و B ثابت شده‌اند. اگر بار الکتریکی نقطه‌ای $+۲\mu C$ را روی عمودمنصف خط واصل دو بار از نقطه‌ی C تا D جابه‌جا کنیم، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن مطابق با کدام گزینه است؟



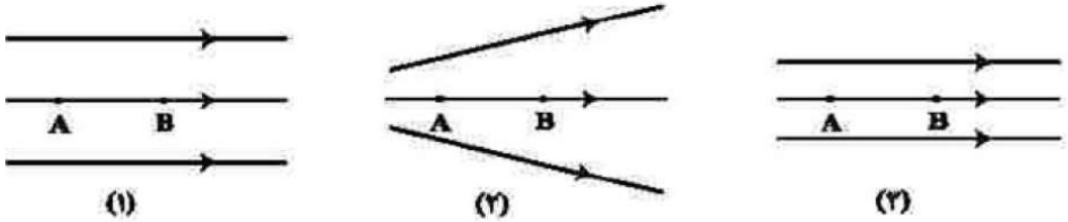
۱) $\Delta U = ۰$
۲) $\Delta U > ۰$
۳) $\Delta U < ۰$
۴) بسته به شرایط هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

۱۸ مطابق شکل زیر، ذره‌ی بارداری با بار $+۵\mu C$ در میدان الکتریکی یک‌نواختی به بزرگی $E = ۱۰^{۵}\frac{N}{C}$، از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B و سپس تا نقطه‌ی C جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ۰/۰۵ ژول کاهش می‌یابد.
۲) ۰/۰۵ ژول افزایش می‌یابد.
۳) ۰/۰۷ ژول افزایش می‌یابد.
۴) ۰/۰۶ ژول کاهش می‌یابد.

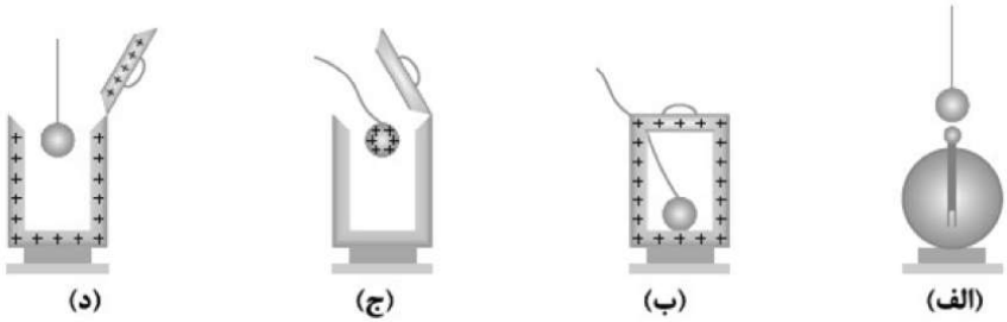
۱۹ شکل زیر، سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. یک الکترون از حالت سکون از نقطهٔ B رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطهٔ A شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصلهٔ یکسان قرار دارند. اگر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه $(V_A - V_B)$ را ΔV بنامیم، کدام رابطه درست است؟



۱) $\Delta V_{(۳)} > \Delta V_{(۲)} > \Delta V_{(۱)}$
۲) $\Delta V_{(۳)} = \Delta V_{(۱)} > \Delta V_{(۲)}$
۳) $\Delta V_{(۱)} > \Delta V_{(۲)} > \Delta V_{(۳)}$
۴) $\Delta V_{(۱)} = \Delta V_{(۲)} = \Delta V_{(۳)}$

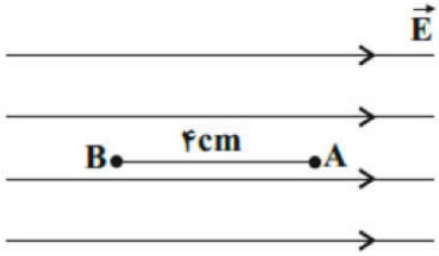
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۲۰ در شکل زیر مراحل انجام آزمایش چگونگی توزیع بارهای الکتریکی در اجسام رسانا به صورت نامرتب نشان داده شده است. در کدام گزینه ترتیب این شکل‌ها از راست به چپ به درستی مشخص شده است؟



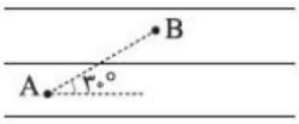
۱) د - ب - ج - الف ۲) الف - ب - ج - د ۳) ج - ب - د - الف ۴) ج - الف - د - ب

۲۱ مطابق شکل مقابل بار الکتریکی نقطه‌ای $q = -۴\mu C$ با جرم ۰/۰۲ گرم در میدان الکتریکی یک‌نواختی به بزرگ $۱۰^{۵}\ \frac{V}{m}$ در نقطه‌ی A رها شده و به نقطه‌ی B می‌رسد. تندی آن در نقطه‌ی B چند متر بر ثانیه است؟ (نیروی موثر بر بار فقط نیروی الکتریکی است.)



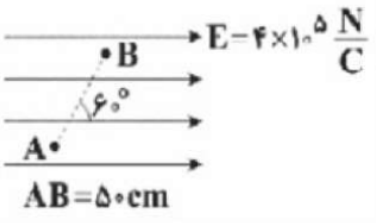
۱) ۴۰ ۲) ۸۰ ۳) $۴\sqrt{۲}$ ۴) $۱۰\sqrt{۱۰}$

۲۲ بار الکتریکی نقطه‌ای مثبت ۱۰μC در یک میدان الکتریکی از نقطهٔ A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر کار انجام شده توسط میدان الکتریکی $+۲\ \text{mJ}$ باشد، $V_A - V_B$ چند ولت است؟



۱) -۱۰۰ ۲) ۱۰۰ ۳) -۲۰۰ ۴) ۲۰۰

۲۳ مطابق شکل زیر، بار الکتریکی نقطه‌ای $q = -۲\mu C$ در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌شود. به‌ترتیب از راست به چپ، کار نیروی الکتریکی وارد بر بار q چند ژول و $V_B - V_A$ چند ولت است؟



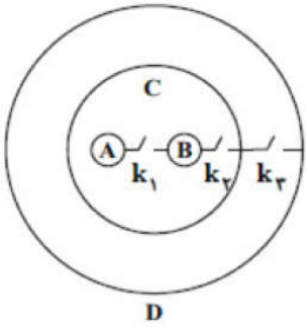
۱) $۰/۲ - \text{و}\ ۱۰^{۵}+$ ۲) $۰/۴ - \text{و}\ ۱۰^{۵}+$ ۳) $۰/۲ - \text{و}\ ۱۰^{۵}$ ۴) $۰/۴\ \text{و}\ ۱۰^{۵}-$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۲۴ دو کره‌ی رسانای A و B به ترتیب با شعاع‌های R و $2R$ دارای بارهای الکتریکی مثبت و چگالی سطحی بار الکتریکی یکسان هستند. چند درصد از بار الکتریکی کره‌ی B را به کره‌ی A منتقل کنیم تا بار الکتریکی دو کره برابر شود؟

۱) ۲۵ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵

۲۵ مطابق شکل مقابل، دو کرهٔ رسانا و مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_A = -3\mu C$ و $q_B = 5\mu C$ درون پوسته‌های رسانای C و D قرار دارند. کلید k_1 را بسته و باز کرده، سپس کلید k_2 را بسته و باز می‌کنیم و در نهایت کلید k_3 را بسته و باز می‌کنیم. به‌ترتیب از راست به چپ بار کرهٔ A و پوسته خارجی C چند میکروکولن می‌شود؟

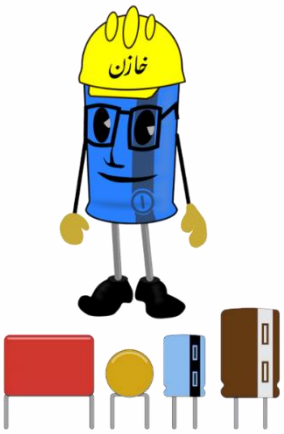


۱) ۱، ۱ ۲) صفر، ۱ ۳) ۱، صفر ۴) صفر، صفر

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

خازن

خازن وسیله ای الکتریکی است که می‌تواند بار الکتریکی و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند. خازن ها به طور گسترده ای در مدارهای الکترونیکی وسایلی مانند رادیو، تلویزیون، رایانه و... به کار می روند خازنها انواع متفاوتی دارند. ما در این فصل به بررسی ساده‌ترین خازن یعنی خازن تخت می‌پردازیم. خازن تخت از دو صفحه رسانای موازی با هم تشکیل کردیده که یک ماده عایق (دی الکتریک) در وسط صفحات آن قرار دارد.



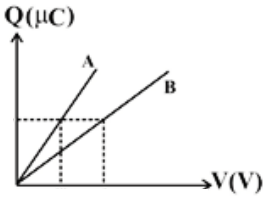


ظرفیت یک خازن

اگراختلاف پتانسیل بین صفحه های خازن را زیاد کنیم،
بار خازن q نیز به همان نسب زیاد می‌شود
به عبارتی نسبت $\frac{\mathbf{q}}{\mathbf{v}}$ همواره مقداری ثابت است
به این نسبت که به اندازهٔ بار خازن و نیز اختلاف پتانسیل
دو صفحهٔ آن بستگی ندارد **ظرفیت خازن** می‌گویند
و آن را با C نشان می دهند و واحد آن فاراد است و دارای و فرمول زیر است:

$$c = \frac{k\varepsilon_0 A}{d} \rightarrow \quad c = \frac{q}{v} \quad q = cv$$ کریم ساواکی

توجه کنید که ظرفیت با مساحت صفحات رابطه مستقیم ولی با فاصله صفحات رابطه عکس دارد ولی ظرفیت به بار و اختلاف پتانسیل بستگی ندارد.



نکته۱: دقت کنید در نمودار q-v شیب نمودار ظرفیت را نشان میدهد (به شرط SI)

$$\text{شیب} = tan\alpha = c$$

$$c_A > c_B$$

نکته۲: در نمودار بالا مساحت زیر نمودار انرژی ذخیره شده در خازن را نشان میدهد که بعدا بیشتر به آن خواهیم پرداخت

تمرین: در یک خازن فاصله دو صفحه از هم ۳ میلی‌متر و مساحت مشترک صفحات ۵ سانتیمتر مربع و $\varepsilon_0 = 9 \times 10^{-12}$ و جنس دی الکتریک هوا باشد و خازن به اختلاف پتانسیل ۲۰ولتی وصل باشد....

الف:ظرفیت خازن

ب: بار ذخیره شده در آن

ج: نمودار بار بر حسب اختلاف پتانسیل

د: اگر اختلاف پتانسیل دوبرابر شود ظرفیت چند برابر میشود؟

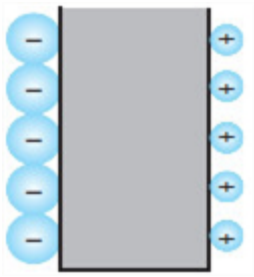
و: اگر مساحت مشترک صفحات دوبرابر و فاصله به ثلث خود برسد ظرفیت چند برابر میشود

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

تست: مساحت مشترک صفحات یک خازن را دو برابر و هم زمان فاصله دو صفحه را از هم نصف می‌کنیم و اختلاف پتانسیل دو سر خازن را بدون فروشکست ۳۰ درصد افزایش می‌دهیم ظرفیت خازن چند درصد تغییر می‌کند؟

۱) ۵۲۰ درصد کاهش ۲) ۴۰۰ درصد افزایش ۳) ۴۲۰ درصد افزایش ۴) ۳۰۰ درصد افزایش

تست: مطابق شکل، یک یاخته عصبی به صورت یک خازن تخت مدل‌سازی شده است. با فرض این‌که غشای یاخته، دارای ثابت دی‌الکتریکی ۳/۲ و ضخامت آن ۱۰nm و مساحت هریک از صفحات آن 10^{-4} میلیمتر مربع باشد، تعداد یون‌های لازم یک طرف غشای یاخته برای این‌که اختلاف پتانسیلی معادل ۸۰mV دو سر یاخته ایجاد شود، تقریباکدام است؟ (فرض کنید هر یون یک بار یونیده باشد)



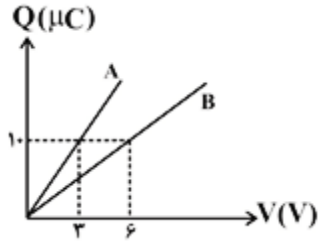
۱) ۹۰۰۰۰۰ ۲) ۱۲۰۰۰۰ ۳) ۱۴۴۰۰۰ ۴) ۷۲۰۰۰

میدانیم که کریم ساواکی $q = cv$ و کریم نیرو انتظامی $q = ne$ است از تساوی این دو فرمول داریم:

$$cv = ne \rightarrow \frac{K\varepsilon_0 A}{d}(80 \times 10^{-3}) = \mathrm{n}(16 \times 10^{-20})$$

$$\frac{3.2(9 \times 10^{-12})10^{-10}}{10^{-8}}(80 \times 10^{-3}) = \mathrm{n}(16 \times 10^{-20}) \rightarrow \mathrm{n} = 144000$$

تست : نمودار بار الکتریکی ذخیره شده در دو خازن مجزای Aو B که بین صفحات هر دوی آن‌ها هوا است، بر حسب ولتاژ اعمال شده به دو سر آن‌ها مطابق شکل زیر است. در کدام‌یک از گزینه‌های زیر، ظرفیت دو خازن یکسان می‌شوند؟



۱) دی‌الکتریکی با ثابت ۲ را به‌طور کامل وارد خازن A کنیم.
۲) دی‌الکتریکی با ثابت ۲ را به‌طور کامل وارد خازن B کنیم.
۳)طول هر ضلع از صفحات خازن A را دو برابر کنیم.
۴)طول هر ضلع از صفحات خازن B را دو برابر کنیم.

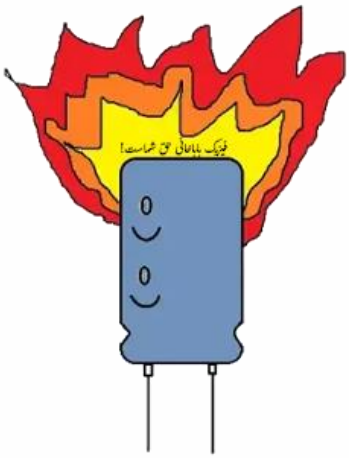
فرمول ظرفیت را برای هرکدام مینویسیم و متوجه میشویم ظرفیت A دوبرابر B

$$C_A = \frac{10}{3} = \qquad C_B = \frac{10}{6}$$

حالا برای آنکه ظرفیت ها یکسان شود یا باید کاری کنیم ظرفیت B دوبرابر شود یا کاری کنیم که ظرفیت A نصف شود!
که فقط گزینه ۲ میتونه اینکار رو بکنه!

فروریزش خازن

با افزایش اختلاف پتانسیل دو سر خازن ، بار الکتریکی ذخیره شده در آن نیز افزایش می‌یابد و هنگامیکه بار الکتریکی ذخیره شده در خازن از مقدار معینی بیشتر شود میدان الکتریکی بسیار قوی میان صفحات آن ایجاد می‌شود که به این سبب دی الکتریک موقتاً رسانا شده و با ایجاد جرقه میان صفحات خازن عمل تخلیه ی الکتریکی صورت می‌پذیرد که به آن **فروریزش (فروشکست)** گویند.





قدرت (استقامت) دی الکتریک چیست؟

برای هر دی الکتریکی، بیشینهٔ میدان و درنتیجه اختلاف پتانسیلی وجود دارد که از آن به بعد دی الکتریک اصطلاحاً دستخوش فروریزش الکتریکی می‌شود و به آن اختلاف پتانسیل بیشینه، **پتانسیل فروریزش** می‌گویند .مقدار بیشینهٔ میدان الکتریکی ای که دی الکتریک می‌تواند بدون فروریزش تحمل کند را **قدرت(استقامت) دی الکتریک** می نامند.

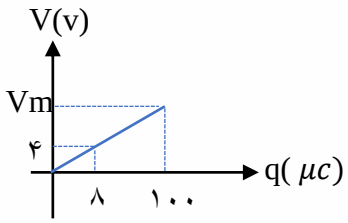
$$E_{max} = \frac{V_{max}}{d}$$

دی الکتریک چگونه ظرفیت خازن را افزایش می‌دهد؟

فرض کنید خازنی را نخست توسط یک باتری باردار و سپس از باتری جدا کرده ایم .اکنون فضای داخل این خازن را با یک دی الکتریک پر می‌کنیم .توجه کنید که دی الکتریک ها بر دو نوع اند :قطبی و غیرقطبی .وقتی یک دی الکتریک قطبی(مانند آب،) در میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن قرار می گیرد، سر منفی مولکول‌های دوقطبی به طرف صفحهٔ مثبت و سر مثبت آنها به طرف صفحهٔ منفی کشیده می‌شود و درنتیجه این مولکول‌های دوقطبی می کوشند خود را در جهت میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن همردیف کنند. همردیفی این مولکول‌های دوقطبی، میدانی الکتریکی ای ایجاد می‌کند که جهت آن در خلاف جهت میدان الکتریکی اولیه بین صفحات خازن است.که باعث ضعیف شدن میدان بین صفحات می‌شود و درنتیجه اختلاف پتانسیل بین دو صفحه نیز کاهش می‌یابد ($\Delta V = Edcos\alpha$) با کاهش اختلاف پتانسیل و با توجه به اینکه بار ثابت مانده است، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد. آنچه گفته شد برای دی الکتریک های غیرقطبی (مانند متان، بنزن و)...نیز برقرار است وقتی مولکول‌های چنین دی الکتریکی در میدان بین دو صفحهٔ خازن قرار می گیرند بر اثر القاء قطبیده می شوند یعنی میدان الکتریکی باعث می‌شود که ابر الکترونی این مولکول‌ها در خلاف جهت میدان جابه‌جا شود و به این ترتیب، مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا می شوند و اصطلاحاً مولکول‌ها قطبیده می‌شوند پس از آن مانند مولکول‌های دی الکتریک قطبی، میدان بین دو صفحهٔ خازن را تضعیف می کنند.

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

تست: نمودار زیر مربوط به خازنی است که فاصله بین صفحات آن **4mm** می باشد. پتانسیل فروریزش چند ولت و قدرت و استقامت دی الکتریک (بیشینه میدان قابل تحمل خازن) چند $\frac{v}{mm}$ است؟



۱) ۵۰-۱۲/۵ ۲) ۵۰-۲۱/۵ ۳) ۵۰-۵۰ ۴) ۱۰۰-۳۰

$$C = \frac{Q}{V} \rightarrow C = \frac{8 \times 10^{-6}}{4} = 2 \times 10^{-6} F = 2\mu F$$

$$C = \frac{Q_{max}}{V_{max}} \rightarrow 2\mu F = \frac{100\mu F}{V_{max}} \rightarrow V_{max} = 50\ V$$

$$E_{max} = \frac{V_{max}}{d} \rightarrow E_{max} = \frac{50V}{4mm} = 12/5\ \frac{V}{mm}$$

تست: در خازن تختی که فاصله بین صفحات آن ۲ سانتیمتر است از عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۲۰ استفاده شده است. اگر مساحت صفحات خازن ۱۰۰سانتیمترمربع باشد، اگر حداکثر تعداد الکترون $\frac{9}{16} \times 10^{15}$ در این خازن بتواند ذخیره شود پتانسیل فروریزش چند ولت و استقامت دی الکتریک آن تقریبا چند $\frac{kV}{mm}$ است؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۸۰ ۴) ۴۰

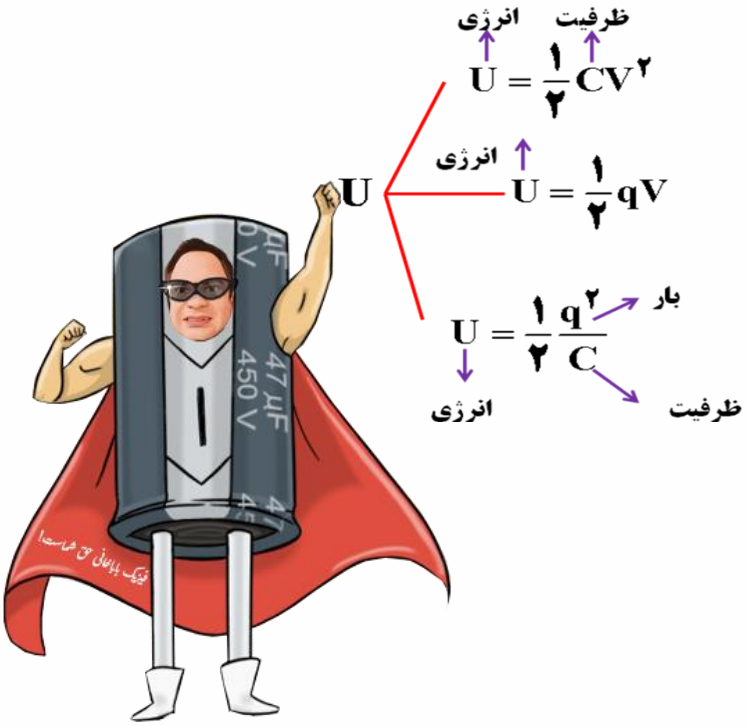
$$C = \frac{K\varepsilon_0 A}{d} = \frac{20(9 \times 10^{-12})(100 \times 10^{-4})}{2 \times 10^{-2}} = 9 \times 10^{-11}$$

$$C = \frac{Q_{max}}{V_{max}} \rightarrow \ 9 \times 10^{-11} = \frac{n_{\max} e}{V_{max}} \quad 9 \times 10^{-11} = \frac{\frac{9}{16} \times 10^{15}(16 \times 10^{-20})}{V_{max}} \quad V_{max} = 10^6 \text{ولت} = 10^3 kv$$

$$E_{max} = \frac{V_{max}}{d} = \frac{10^3 kv}{20\ mm} = 50\frac{kV}{mm}$$

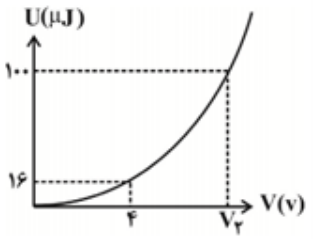
انرژی ذخیره شده در خازن ها

وقتی صفحه های خازن دارای بار الکتریکی می شوند در خازن انرژی نیز ذخیره می‌شود که فرمولهایش را در زیر می‌بینید:



نکته: در بخش قبلی گفته بودیم که در نمودار q-v نیز مساحت زیر نمودار انرژی ذخیره شده در خازن را نشان میدهد.اما اگر نمودار u-v بود برای محاسبه انرژی باید فقط دیتا را از روی آن بخوانیم و در فرمول انرژی قرار دهیم.

تست: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی ذخیره شده در یک خازن بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آن، مطابق شکل زیر است ظرفیت این خازن چند میکروفاراد و V_2 چند ولت است؟



۱) ۱۰-۲ ۲) ۱۰۰-۲ ۳) ۱۰-۱۰ ۴) ۱۰-۴

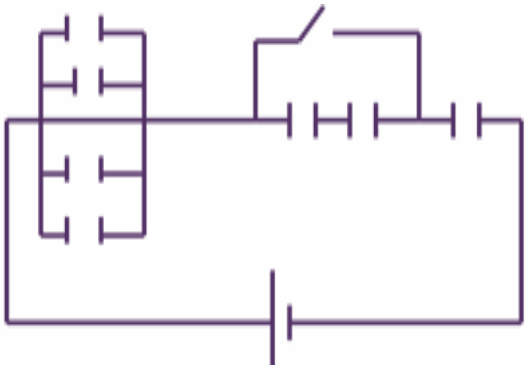
$$U = \frac{1}{2}CV^2 \quad 16 = \frac{1}{2}C4^2 \quad C = 2\mu F$$
$$U = \frac{1}{2}CV^2 \quad 100 = \frac{1}{2}2(V_2)^2 \quad V_2 = 10$$

تست: با تخلیه قسمتی از بار یک خازن پرشده، اختلاف پتانسیل دو سر آن ۸۰ درصد کاهش می‌یابد همزمان صفحات خازن را به موازات یکدیگر حرکت میدهیم تا مساحت مشترک صفحات ۷۵ درصد کاهش یابد، انرژی این خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟

۱) ۱ ۲) ۰/۰۱ ۳) ۰/۹۹ ۴) ۹۹

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

تست: در شکل مقابل در تمامی خازن‌ها فاصله دو صفحه از هم ۳ میلی‌متر و مساحت مشترک صفحات ۵ سانتیمتر مربع و $\varepsilon_0 = 9\times10^{-12}$ و جنس دی الکتریک هوا باشد، پس از بستن کلید K انرژی ذخیره شده در کل مدار چند میلی ژول می‌شود؟(باتری ۲۰ ولتی است)



۱) 3×10^{-7} ۲) 3×10^{-10}

۳) 3×10^{-13} ۴) هیچکدام از گزینه‌ها صحیح نمی‌باشد.

نکته درباره توان خازن ها:

از سال گذشته باید یادتان باشد که توان برابرست با $P=\frac{\text{انرژی}}{\text{زمان}}$ حالا کافیست به جای انرژی فرمول مربوط به انرژی خازن را بنویسیم

$$P=\frac{\textbf{انرژی}}{\textbf{زمان}}=\frac{\frac{1}{2}cv^2}{\Delta t}$$

تست: در ساخت فلاش یک دوربین عکاسی قدیمی، خازنی تخت به کار رفته که از صفحه‌هایی فلزی به مساحت ۲۰۰ سانتیمترمربع ساخته شده که فاصله ۰/۰۱ میلی‌متری بین آن‌ها از عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۱۵ پر شده است. اگر این خازن با اختلاف پتانسیل الکتریکی ۲۰۰ ولت شارژ شود و سپس در مدت ۰/۳ms به طور کامل تخلیه شود، توان خروجی فلاش دوربین چند وات است؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۱۸ ۳) ۳۶ ۴) ۳۶۰

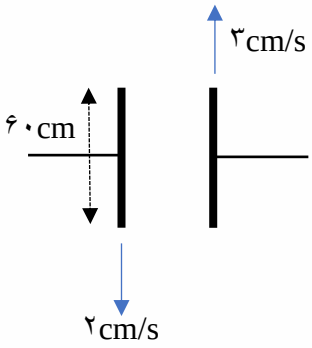
$$C=\frac{K\varepsilon_0 A}{d}=\frac{15(9\times10^{-12})(200\times10^{-4})}{10^{-5}}=270\times10^{-9}$$

$$P=\frac{\textbf{انرژی}}{\textbf{زمان}}=\frac{\frac{1}{2}cv^2}{t}=\frac{\frac{1}{2}(270\times10^{-9})(4\times10^4)}{3\times10^{-4}}=18\,w$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

تست: **مطابق شکل زیر دو صفحه رسانا به ابعاد ۶۰ در ۲۰ سانتیمتر به موازات و مقابل هم در فاصله ۰/۰۱ میلی-متری با دی الکتریک هوا قرار دارند و به اختلاف پتانسیل ۱۰۰ ولتی متصل هستند و با سرعت های نشان داده شده در حال حرکت باشند در مدت دو ثانیه انرژی ذخیره شده تقریبا چند میکروژول و چگونه تغییر میکند؟**

۱) ۹۰ کاهش ۲) ۹۰ افزایش ۳) ۴۵ افزایش ۴) ۴۵ کاهش



دقت کنید که در اینجا سرعت نسبی حرکت صفحات ۵ سانتیمتر بر ثانیه است بنابراین

در ۲ ثانیه به اندازه ۱۰ سانتیمتر صفحات از هم دور میشوند و مساحت مشترک کاهش میابد

$$A_1 = 20 \times 60 \times 10^{-4} = 1200 \times 10^{-4}$$

$$A_2 = 20 \times 50 \times 10^{-4} = 1000 \times 10^{-4}$$

$$\Delta A = -200 \times 10^{-4}$$

$$\Delta c = c_2 - c_1 \quad \Delta c = \frac{K\varepsilon_0}{d}(\Delta A) \quad \Delta c = \frac{1(9 \times 10^{-12})(-200 \times 10^{-4})}{10^{-5}} = -18 \times 10^{-9}\boldsymbol{F}$$

$$\Delta U = \frac{1}{2}\Delta C V^2 \quad \Delta U = \frac{1}{2}(-18 \times 10^{-9})(100)^2 = -9 \times 10^{-5} = \boldsymbol{-90\mu j}$$

تست: خازن تختی به ظرفیت $2\mu F$ دارای بار الکتریکی می باشد. در حالی که این خازن به مولد متصل نیست بار $-2\mu C$ را از صفحه ی مثبت جدا کرده و به صفحه ی منفی منتقل می کنیم در نتیجه انرژی ذخیره شده در خازن $7\mu J$ افزایش می یابد. اختلاف پتانسیل دو سر خازن در حالت اول چند ولت است؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۶

$$U_2 = U_1 + 7 \rightarrow \frac{1}{2}\frac{Q_2^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{Q_1^2}{C} + 7 \xrightarrow{C=2\mu F \ , \ Q_2=Q_1+2\mu C} \frac{1}{2}\frac{(Q_1+2)^2}{2} = \frac{1}{2}\frac{Q_1^2}{2} + 7$$

$$\rightarrow (Q_1+2)^2 = Q_1^2 + 28 \rightarrow Q_1^2 + 4Q_1 + 4 = Q_1^2 + 28 \rightarrow 4Q_1 = 24 \rightarrow Q_1 = 6\mu C$$

$$\rightarrow V_1 = \frac{Q_1}{C} = \frac{6}{2} = 3V$$

راه تستی: در اینگونه سوالات از راه تستی زیر میتوانیم استفاده کنیم:

$$Q_{\text{اولیه}} = \frac{c|\Delta u|}{|q|_{\text{جابجا}}} \pm \frac{|q|_{\text{جابجا}}}{2}$$

در این فرمول اگر باری که از صفحه کنده میشود با صفحه مورد نظر همنام باشد + و اگر باری که از صفحه کنده میشود با صفحه مورد نظر ناهمنام باشد − میگذاریم

$$Q_{\text{اولیه}} = \frac{c|\Delta u|}{|q|_{\text{جابجا}}} \pm \frac{|q|_{\text{جابجا}}}{2} \quad \rightarrow \quad Q_{\text{اولیه}} = \frac{2(7)}{2} - \frac{2}{2} = 6 \quad \rightarrow \quad V_1 = \frac{Q_1}{C} = \frac{6}{2} = 3V$$

تست: در خازن A ابتدا هوا وجود دارد و ما به جای هوا، میکا را کاملا جایگزین میکنیم و در خازن B دی الکتریکی از جنس هوا موجود است و تکه فلزی را وارد فضای بین دوخازن میکنیم(بدون آنکه صفحات خازن با هم تماس پیدا کنند) ظرفیت این خازنها به ترتیب از راست به چپ.....

۱)افزایش-افزایش ۲)کاهش-کاهش ۳) افزایش-کاهش ۴) کاهش- افزایش

ورود یک جسم در فضای بین صفحات خازن ها:

ورود جسم به داخل خازن

- **رسانا**
  - ورود رسانا به داخل صفحات خازن (بدون اتصال صفحات به هم)
  - ورود رسانا به داخل صفحات خازن با اتصال صفحات بهم
- **نارسانا**
  - ورود نارسانا : ورود نارسانا به طور کامل به‌جای هوا
  - دو نارسانی متفاوت افقی : خازن موازی
  - دو نارسانای متفاوت عمودی: خازن سری

نکات مربوط به تغییر ساختمان فیزیکی خازن ها

تغییر ساختار فیزیکی خازن ها را در دوحالت بررسی میکنیم یکی حین اتصال مولد به خازن و یکی هم پس از جدا کردن مولد از خازن



دستکاری صفحات

حین اتصال به مولد

- **n** برابر ⟹ **C**
- ثابت ⟹ **V**
- **n** برابر ⟹ **q**
- **n** برابر ⟹ **U**

پس از جدا کردن از مولد

- **n** برابر ⟹ **C**
- $\frac{1}{n}$ برابر ⟹ **V**
- ثابت ⟹ **q**
- $\frac{1}{n}$ برابر ⟹ **U**

مثال: هم چنان که خازنی به مولدش متصل است مساحت مشترک صفحات را ۵ برابر و فاصله دو صفحه از هم را نصف می‌کنیم ظرفیت و اختلاف پتانسیل و بار و انرژی هر یک چند برابر می‌شود؟

مثال: خازنی را از مولدش جدا می‌کنیم اگر مساحت را ۵ برابر و فاصله دو صفحه را نصف کنیم در این صورت، اختلاف پتانسیل، بار و انرژی ذخیره شده هر یک چند برابر می‌شود؟

تست: همچنان که خازن تختی به مولدش متصل است، مساحت مشترک آنها را ۱/۶ برابر و فاصله صفحات از هم را نصف می‌کنیم، ظرفیت خازن و انرژی ذخیره شده در آن به ترتیب از راست به چپ هریک چند درصد تغییر می‌کنند؟

۱) ۲۲۰-۲۲۰ ۲) ۲۲۰- بدون تغییر

۳) ۳/۲ - ۳/۲ ۴) هیچکدام

تست: در خازن A همچنان که خازن تختی به مولدش متصل است دی الکتریک را خارج میکنیم و در خازن B پس از جدا کردن از مولدش تکه فلزی را بین صفحات قرار میدهیم انرژی ذخیره شده در آنها به ترتیب چگونه تغییر میکند؟

۱)افزایش-افزایش ۲)کاهش-کاهش ۳) افزایش-کاهش ۴) کاهش- افزایش

تست: دو سر خازنی را که دی الکتریک آن هوا است به دو سر یک باتری وصل می‌کنیم، انرژی ذخیره شده در آن U می‌شود. اگر در حالتی که به باتری وصل است فاصله بین دو صفحه را n برابر کنیم، انرژی آن u' می‌شود. ولی اگر خازن اولیه را از باتری جدا کنیم و سپس فاصله بین دو صفحه را n برابر کنیم انرژی آن $\frac{u''}{u'}$ می‌شود. نسبت چقدر است؟

۱) $\frac{1}{n}$ ۲) $\frac{1}{n^2}$ ۳) n^2 ۴) n

Home work 5

۱ چه تعداد از موارد زیر درست است؟

الف) نوع نیروی الکتریکی بین صفحات همهٔ خازن‌های بادار، از نوع جاذبه است.

ب) برای تمام خازن‌ها می‌توان ظرفیت را از رابطهٔ $C = \frac{Q}{V}$ به دست آورد.

پ) دی‌الکتریک‌ها بر دو نوع‌اند: ۱) قطبی و رسانا ۲) غیرقطبی و نارسانا.

ت) ظرفیت همهٔ خازن‌ها از رابطهٔ $C = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d}$ به دست میآید.

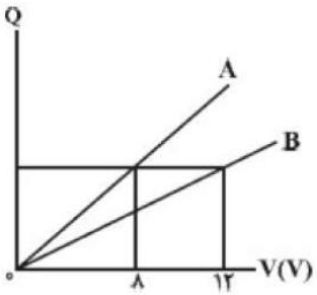
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲ مساحت هریک از صفحه‌های خازن تختی $0/9\text{cm}^2$ و عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۱۰ فضای بین دو صفحهٔ خازن را به طور کامل پر کرده است. اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل $20V$ وصل کنیم، ۱۸۰ پیکوکولن بار الکتریکی بر روی هریک از صفحه‌های آن ذخیره می‌شود. ضخامت مادهٔ دی‌الکتریک چند میلی‌متر است؟

$\left(\varepsilon_0 = 9\times10^{-12}\frac{F}{m}\right)$

۱) ۰/۹ ۲) ۹ ۳) ۲/۷ ۴) ۰/۸۱

۳ نمودار بار الکتریکی ذخیره شده برحسب ولتاژ دو سر خازن‌های مجزای A و B مطابق شکل زیر است. اگر دی‌الکتریک خازن B که ثابت آن برابر با ۲ است، را برداشته، مساحت هریک صفحه‌های آن‌را ۲۰ درصد افزایش و فاصله‌ی بین صفحات آن‌را ۲۰ درصد کاهش دهیم، ظرفیت جدید خازن B چند برابر ظرفیت خازن A است؟ (ثابت دی‌الکتریک هوا را یک درنظر بگیرید.)



۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{3}{8}$ ۴) $\frac{3}{2}$

۴ در یک سلول عصبی، تعداد یون‌های مثبت لازم (با فرض آن‌که هر یون یک بار یونیده باشد) برای آن‌که میدان الکتریکی یک‌نواختی به بزرگی $4/8\frac{\text{MV}}{m}$ داخل غشا ایجاد شود، کدام است؟ (فرض کنید غشا دارای ثابت دی‌الکتریک $\kappa = 3$، ضخامت $10\,\text{nm}$ و مساحت سطح $100\mu\text{m}^2$ است، $\varepsilon_0 = 10^{-11}\frac{F}{m}$ و $e = 1/6\times10^{-19}C$ می‌باشد.)

۱) 3×10^4 ۲) 3×10^6 ۳) 9×10^4 ۴) 9×10^6

۵) حداکثر ولتاژی که می‌توان به دو سر یک خازن تخت که فاصله‌ی بین دو صفحات آن به طور کامل با یک دی‌الکتریک با ضخامت $۱/۲\text{mm}$ پر شده است، اعمال کرد تا فرو ریزش الکتریکی رخ ندهد برابر با ۶۰۰۰V می‌باشد. بیشینه‌ی بار الکتریکی ذخیره شده در خازن تختی به ظرفیت $۵۰\mu\text{F}$ که از همان دی‌الکتریک با ضخامت $۳/۶\text{mm}$ پر شده است چند کولن باشد تا دی‌الکتریک نسوزد؟

۱) ۰/۹ ۲) ۹×۱۰^{-۲} ۳) ۳×۱۰^{-۶} ۴) ۰/۰۳

۶) بار الکتریکی ذخیره شده در خازنی به ظرفیت $۴\mu\text{F}$ برابر با Q است. اگر $+۲\text{mC}$ بار الکتریکی را از صفحه‌ی مثبت خازن جدا کرده و به صفحه‌ی منفی آن منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در آن ۱J تغییر می‌کند. بار اولیه‌ی ذخیره شده در خازن چند میلی‌کولن است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۰/۵ ۴) ۱

۷) اگر برای انتقال $۴\mu\text{C}$ بار الکتریکی از یکی از صفحات خازن تختی به ظرفیت $۸۰\mu\text{F}$ به صفحه‌ی دیگر آن، $۹۶\mu\text{J}$ کار لازم باشد، بار الکتریکی اولیه‌ی این خازن قبل از انتقال این بار تقریباً چند میلی‌کولن بوده است؟

۱) ۱۹۰ ۲) ۱۹ ۳) ۱/۹ ۴) ۱۹۰۰

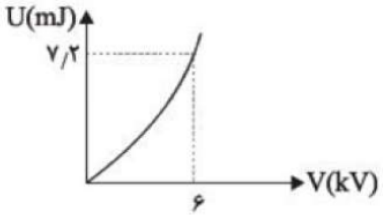
۸) ظرفیت خازنی $۱۰\mu\text{F}$ و بار الکتریکی ذخیره شده در آن ۱۲ mC است. چند میلی‌کولن بار منفی از صفحهٔ مثبت جدا کرده و به صفحهٔ منفی منتقل کنیم تا انرژی ذخیره شده در خازن ۱۲۵۰ mJ افزایش یابد؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

۹) خازن تختی که دی‌الکتریک بین صفحات آن هوا است، به یک مولد متصل است و انرژی ذخیره شده در آن U است. اگر فضای بین صفحات خازن را ابتدا با دی‌الکتریکی با ثابت ۲ به طور کامل پُر کنیم، سپس خازن را از مولد جدا کرده و در انتها دی‌الکتریک را از آن خارج کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن U'' می‌شود. نسبت $\frac{U''}{U}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) ۴

۱۰) نمودار انرژی الکتریکی ذخیره شده در یک خازن برحسب ولتاژ دو سر آن مطابق شکل زیر است. ظرفیت این خازن چند پیکوفاراد است



۱) ۰/۴ ۲) ۴ ۳) ۴۰ ۴) ۴۰۰

۱۱) خازن تختی را پس از شارژ شدن از باتری جدا کرده‌ایم. ظرفیت این خازن $۱۸\mu\text{F}$ و بار ذخیره‌شده در آن $۲۰\mu\text{F}$ است. چند درصد بار منفی را از چه صفحه‌ای جدا کنیم و به صفحه‌ی دیگر اضافه کنیم تا انرژی ذخیره‌شده در خازن $۴\mu\text{F}$ کاهش یابد؟

۱) ۲۰ - از منفی به مثبت
۲) ۲۰ - از مثبت به منفی
۳) ۸۰ - از مثبت به منفی
۴) ۸۰ - از منفی به مثبت

۱۲) مدار یک فلش عکاسی انرژی الکتریکی با ولتاژ ۲۰۰V را در یک خازن $۴۵۰\mu\text{F}$ ذخیره می‌کند. اگر تقریباً همهٔ این انرژی در مدت $۰/۵\text{ ms}$ توسط خازن آزاد شود، توان متوسط خروجی فلش چند کیلووات است؟

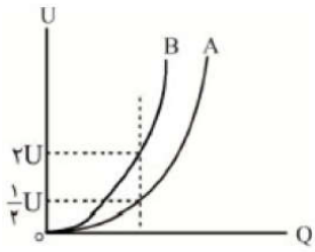
۱) ۴/۵ ۲) ۱۸ ۳) $۴/۵\times۱۰^{۳}$ ۴) ۱۸×۱۰^{۳}

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۳ صفحات یک خازن تخت را پس از باردار شدن از باتری جدا می‌کنیم. اگر فاصله‌ی بین دو صفحه را ۲۰ درصد افزایش دهیم، انرژی ذخیره‌شده در خازن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ثابت می‌ماند.
۲) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.
۳) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
۴) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

۱۴ نمودار تغییرات انرژی ذخیره شده برحسب بار الکتریکی در دو خازن تخت A و B با مساحت صفحه‌های یکسان که با دی‌الکتریک‌های هم ضخامتی پر شده‌اند، به صورت شکل مقابل است. اگر ضریب دی‌الکتریک خازن B، ۱۲ باشد، ضریب دی‌الکتریک خازن A کدام است؟



۱) ۳
۲) ۲۴
۳) ۴۸
۴) ۶

۱۵ با چرخش یکی از صفحه‌های یک خازن تخت، مساحتی از صفحه‌ها که روبروی هم است را نصف می‌کنیم و اختلاف پتانسیل میان دو صفحه را ۴۰ درصد کاهش می‌دهیم. انرژی الکتریکی ذخیره‌شده در خازن چند درصد تغییر می‌کند؟

۱) ۶۴
۲) ۳۶
۳) ۱۸
۴) ۸۲

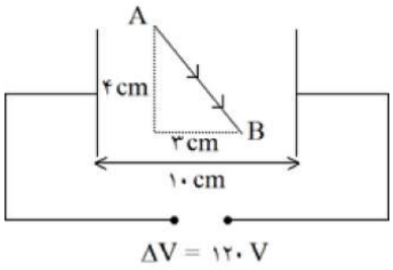
۱۶ ظرفیت خازنی $۱۲\mu F$ و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی آن $V_۱$ است. اگر $-۶\mu C$ بار الکتریکی را از صفحه‌ی منفی آن به صفحه‌ی مثبت انتقال دهیم، انرژی ذخیره شده در آن $۲۸/۵\mu J$ کاهش می‌یابد. $V_۱$ چند ولت است؟

۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

۱۷ مساحت سطح مقطع مشترک صفحات خازن تختی برابر با A، فاصله‌ی عایق میان صفحات آن برابر با d و ثابت دی‌الکتریکی آن برابر با κ است. اگر این خازن را به یک باتری با اختلاف پتانسیل الکتریکی V متصل کنیم، اندازه‌ی نیرویی که هر یک از صفحات خازن به دیگری وارد می‌کند، برابر کدام گزینه است؟

۱) $\frac{\kappa A\varepsilon_۰ V^۲}{d^۲}$
۲) $\frac{\kappa A\varepsilon_۰ V^۲}{۲d^۲}$
۳) $\frac{۲\kappa A\varepsilon_۰ V^۲}{d^۲}$
۴) $\frac{۴\kappa A\varepsilon_۰ V^۲}{۳d^۲}$

۱۸ مطابق شکل دو صفحه رسانای موازی را به منبع ولتاژ $۱۲۰V$ وصل کرده‌ایم. اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B را به دست آورید.

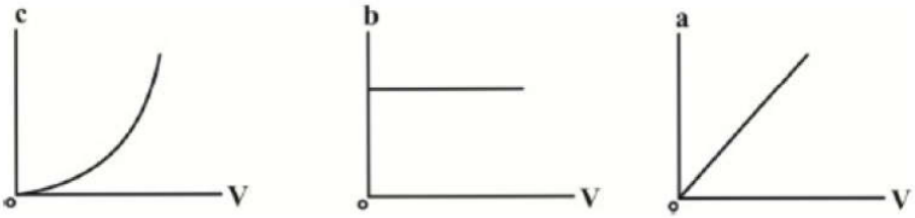


آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۹) ذره‌ی باردار q به جرم یک گرم در فضای بین دو صفحه‌ی رسانای افقی که فاصله‌ی آن‌ها از هم $۲\,\text{cm}$ و دارای بارهای الکتریکی مثبت و منفی با اندازه‌ی یکسان هستند، به حالت معلق قرار دارد. اگر جهت میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحه‌ها به سمت پایین و اندازه‌ی اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آن‌ها برابر با ۵۰۰ ولت باشد، بار q برحست میکروکولن کدام است؟ $\left(g = ۱۰\,\frac{N}{\text{kg}}\right)$

۱) $+۰/۴$ ۲) $-۰/۴$ ۳) $+۴۰$ ۴) -۴۰

۲۰) تغییرات کمیت‌های a، b و c مربوط به یک خازن برحسب اختلاف پتانسیل دو سر آن رسم شده است. a، b و c به‌ترتیب از راست به چپ، چه کمیت‌هایی می‌توانند باشند؟ (ساختار خازن تغییری نمی‌کند.)



۱) بار الکتریکی - میدان الکتریکی - انرژی پتانسیل الکتریکی

۲) میدان الکتریکی - بار الکتریکی - انرژی پتانسیل الکتریکی

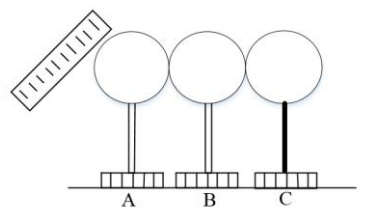
۳) انرژی پتانسیل الکتریکی - ظرفیت خازن - بار الکتریکی

۴) میدان الکتریکی - ظرفیت خازن - انرژی پتانسیل الکتریکی

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

Final Home work

۱- مطابق شکل سه گوی فلزی در کنار هم قرار دارند. اگر میله با بار منفی را به گوی A نزدیک کنیم و با حضور میله ابتدا B را از دو گوی جدا کنیم، بار گوی C برابر q می شود و اگر همان میله را به A نزدیک کرده و ابتدا گوی A و میله را دور کنیم و سپس B را از C جدا کنیم، بار گوی C، 'q خواهد شد. $\frac{q'}{q}$ برابر کدام گزینه است؟



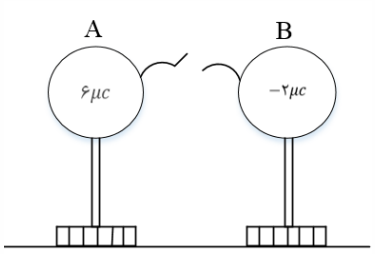
۱) ۱

۲) -۱

۳) $\frac{1}{2}$

۴) $-\frac{1}{2}$

۲- مطابق شکل روبه رو دو کره فلزی مشابه A و B بر روی پایه های عایقی قرار دارند. اگر سیم رابط دو کره را ببندیم ..... از کره ..... به کره ..... منتقل می شود. ($e = 1/6 \times 10^{-19}$)



۱) ۱ الکترون $B - A -$

۲) ۱ پروتون $A - B -$

۳) $2/5 \times 10^{13}$ الکترون $A - B -$

۴) $2/5 \times 10^{13}$ پروتون $B - A -$

۳- دو کرهی رسانای مشابه دارای بارهای الکتریکی $+16\mu C$ و $+8\mu C$ هستند. چند الکترون از یک کره جدا کرده و به کره ی دیگر منتقل کنیم تا با ثابت ماندن فاصله ی بین دو کره، نیروی الکتریکی بین آنها بیشینه شود؟

($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

۱) 5×10^{13}

2) 5×10^{19}

۳) $2/5 \times 10^{13}$

۴) $2/5 \times 10^{19}$

۴- عدد اتمی لیتیوم برابر ۳ است. اگر دو الکترون از اتم این عنصر گرفته شود، تبدیل به یون دو بار مثبت می شود. مقدار بار الکتریکی هسته ی لیتیوم چند میکرو کولن بیش تر از مقدار بار الکتریکی این یون است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

۱) $3/2 \times 10^{-19}$
۲) $3/2 \times 10^{-13}$
۳) $1/6 \times 10^{-19}$
۴) $1/6 \times 10^{-13}$

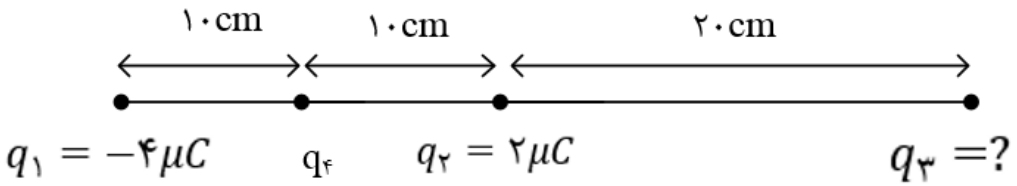
۵- یک میله شیشه ای را به پارچه ابریشمی مالش داده و سپس به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می کنیم. ورقه های الکتروسکوپ نخست بسته و سپس باز می شوند، بار الکتروسکوپ از چه نوع بوده است؟

جریان الکتریسیته مالشی
انتهای مثبت
شیشه
ابریشم
انتهای منفی

۱) مثبت
۲) خنثی یا مثبت
۳) منفی
۴) خنثی یا منفی

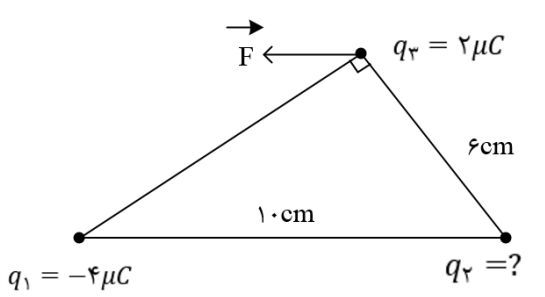
۶- در شکل روبه رو، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 برابر صفر است. بار q_3 چند میکروکولن است؟

۱) ۱۸
۲) ۸
۳) -۸
۴) -۱۸



۷- سه بار نقطه ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده اند. برآیند نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می کنند (نیروی $\vec{F}$) موازی با قاعده مثلث است. بار q_2 چند میکروکولن است؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) $\frac{9}{4}$ ۴) $\frac{27}{16}$



۸- دو گلوله ی فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی می باشند، از فاصله ی ۳۰ سانتی متری، نیروی جاذبه ی ۴ نیوتون بر یک دیگر وارد می کنند. اگر این دو گلوله را به هم تماس دهیم، بار الکتریکی هر کدام $+3\mu C$ خواهد شد. بار اولیه ی گلوله ها بر حسب میکرو کولن کدام است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)

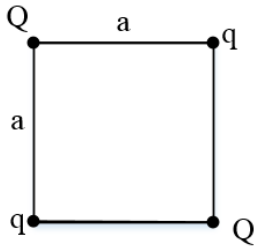
۱) ۱۲ و ۶- ۲) ۱۰ و ۴- ۳) ۹ و ۳- ۴) ۸ و ۲-

۹- دو بار الکتریکی نقطه ای q_1 و $q_2 = 2q_1$ در فاصله ی r از هم قرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می کنند. چند درصد از بار q_2 را به q_1 منتقل کنیم تا در همان فاصله، نیروی دافعه ی بین بارهای الکتریکی بیشینه شود؟

1) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

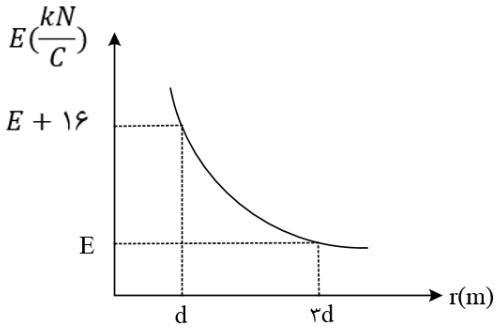
۱۰- بارهای الکتریکی q و Q مطابق شکل در ۴ رأس مربع قرار دارند. اگر برایند نیروهای وارد بر هر کدام از بارهای Q صفر باشد، نسبت $\frac{Q}{q}$ کدام است؟

۱) $2\sqrt{2}$ ۲) $-2\sqrt{2}$ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) $-\sqrt{2}$



۱۱- نمودار تغییرات اندازه ی میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی q_1 بر حسب فاصله از آن به صورت شکل زیر است. اگر بار الکتریکی $q_2 = -2\mu C$ در فاصله ی $2d$ بر حسب متر از بار q_1 قرار بگیرد، بزرگی نیروی الکتریکی که دو ذره به یک دیگر وارد می کنند، چند میلی نیوتون می شود؟

۱) ۱۲ ۲) ۹ ۳) ۶ ۴) ۱۸

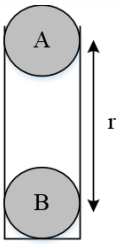


۱۲- دو ذره باردار یکی به جرم M و بار الکتریکی Q+ و دیگری به جرم $\frac{M}{2}$ بار الکتریکی 2Q- در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ ثابت نگه داشته شده اند. فاصله ی دو بار از یک دیگر چه قدر باشد تا پس از رها شدن، در همان فاصله نسبی اولیه نسبت به هم باقی بمانند؟ (میدان الکتریکی در امتداد خط واصل دو بار می باشد.)

۱) $\sqrt{\frac{3Q}{10\pi\varepsilon_0 E}}$ ۲) $\sqrt{\frac{7Q}{10\pi\varepsilon_0 E}}$ 3) $\sqrt{\frac{3Q}{5\pi\varepsilon_0 E}}$ ۴) $\sqrt{\frac{7Q}{5\pi\varepsilon_0 E}}$

۱۳- در شکل زیر، دو گوی A و B به جرم های $m_A = 0.2$ گرم و $m_B = 0.4$ گرم در فاصله ی r از یکدیگر قرار گرفته اند. اگر $q_A = 2\mu C$ و $q_B = 4\mu C$ باشد و گوی A به حالت معلق بماند، r چند متر است؟

۱) $3\sqrt{2}$ ۲) $2\sqrt{2}$ ۳) ۶ ۴) ۴



۱۴- دو بار الکتریکی $q_1 = q$ و $q_2 = 2q$ در فاصله ی r از هم نیرویی به بزرگی F به یک دیگر وارد می کنند، درصدی از بار q_2 را برداشته و به بار q_1 اضافه می کنیم تا اندازهی نیروی الکتریکی وارد شده به آنها بیشینه شود، در این صورت اندازهی نیروی الکتریکی که بارهای جدید در فاصله ی r از هم به یک دیگر وارد می کنند، چند برابر F می شود؟

۱) F ۲) $\frac{9}{8}F$ 3) $\frac{5}{4}F$ ۴) 3F

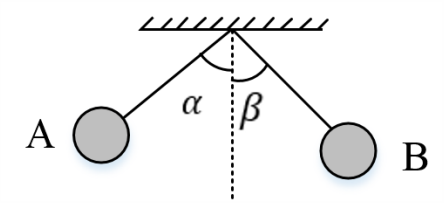
۱۵- در شکل مقابل، دو گلوله فلزی دارای بار الکتریکی هم نام بوده و در حالت تعادل قرار دارند. در این صورت کدام گزینه در مورد زوایای α و β صحیح می باشد؟ (گلوله ها در یک ارتفاع A p قرار دارند.)

۱) در هر شرایطی $\alpha = \beta$ است.

۲) فقط اگر مقدار بار گلوله ها یکسان باشد، $\alpha = \beta$ است.

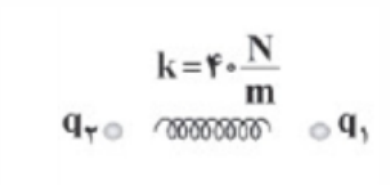
۳) اگر جرم گلوله های A و B برابر باشد، $\alpha = \beta$ است.

۴) اگر $m_A > m_B$, $\alpha > \beta$ است.



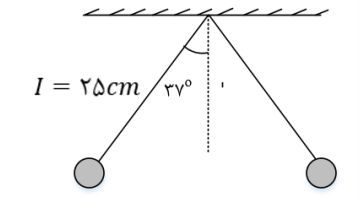
۱۶- در شکل زیر، فنر به طول عادی ۲۰cm نارسانا است و بار الکتریکی دو گلوله به ترتیب $q_1 = +4\mu C$ و $q_2 = +10\mu C$ است. اگر ثابت فنر $40\frac{N}{m}$ باشد، افزایش طول فنر چند سانتی متر می شود؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰



۱۷- در شکل زیر دو گلولهی هم جرم دارای بارهای برابر $3\mu C$ در حال تعادل هستند، جرم گلوله ها چند گرم است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2}, Sin37° = 0/6, k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

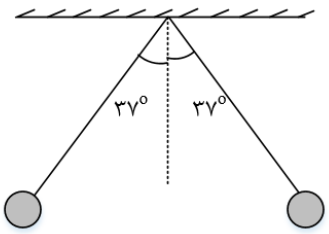
۱) ۱۶۰ ۲) ۳۲۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۵۷۶



۱۸- در شکل زیر، دو گلوله ی کوچک مشابه به جرم ۴۰ گرم با بارهای الکتریکی $+1\mu C$ و $+3\mu C$ متصل به نخ های سبک، عایق و هم طولی در حال تعادل قرار دارند. طول هر کدام از نخها چند سانتی متر است؟

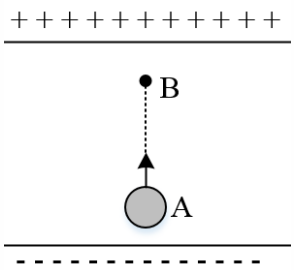
$(g = 10\frac{m}{s^2}\ ,Sin37° = 0/6\ ,\ Cos37° = 0/8\ ,k = 9 \times 10^9\frac{N.m^2}{C^2})$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۵



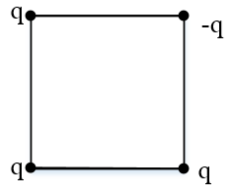
۱۹- مطابق شکل زیر ذره بارداری به جرم ۲۰g و بار الکتریکی $0/5\mu C$ را در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $6 \times 10^5\frac{N}{C}$ که راستای آن قائم است، با تندی $2\frac{m}{s}$ از نقطه A به سمت بالا پرتاب می کنیم. اگر جهت حرکت بار در نقطه B عوض شود، فاصله AB چند سانتی متر می باشد؟ (از مقاومت هوا صرف نظر کنید.)

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۸۰ ۴) ۴۰



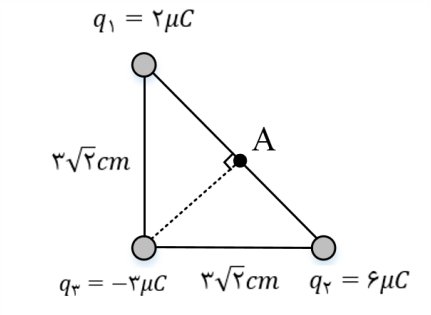
۲۰- چهار بار نقطه ای مطابق شکل زیر در رأس های یک مربع به ضلع $a\sqrt{2}$ قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در نقطه ای روی محوری که از مرکز مربع می گذرد و بر سطح آن عمود است و در فاصله ی a از مرکز مربع قرار دارد، کدام است؟

۱) $\frac{kq}{a^2}$ ۲) $\frac{2kq}{a^2}$ 3) $\frac{2\sqrt{2}kq}{a^2}$ ۴) $\frac{\sqrt{2}kq}{2a^2}$



۲۱- سه بار $q_1 = 2\mu C$ ، $q_2 = 6\mu C$ و $q_3 = -3\mu C$ در سه رأس یک مثلث قائم الزاویهٔ متساوی الساقین قرار گرفته است. میدان الکتریکی خالص در نقطه A چند ولت بر متر است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)

۱) 3×10^7 ۲) 4×10^7 ۳) 5×10^7 ۴) 10^7



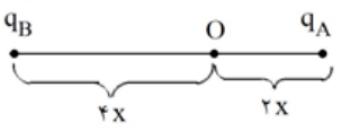
۲۲- یک قطره روغن به جرم 2×۱۰^{-3}mg و بار الکتریکی $-4 \times 10^{-12}C$ بین دو صفحه ی موازی باردار افقی قرار دارد. بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه چند نیوتون بر کولن و جهت آن به کدام سمت باشد تا قطره ی روغن به حال تعادل قرار گیرد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

۱) 5×10^3، بالا ۲) 2×10^4، بالا

۳) 5×10^3، پایین ۴) 2×10^4، پایین

۲۳- مطابق شکل زیر دو بار الکتریکی در فاصله ی ۶x از یکدیگر قرار گرفته اند و میدان الکتریکی برایند در نقطه ی O برابر $\vec{E}$ است. اگر بار الکتریکی q_B را خنثی کنیم، میدان الکتریکی برایند در نقطه ی O، $\frac{1}{3}\vec{E}$ می شود. نسبت $\frac{q_B}{q_A}$ کدام است؟

۱) ۸ ۲) -۸ ۳) ۴ ۴) -۴



آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

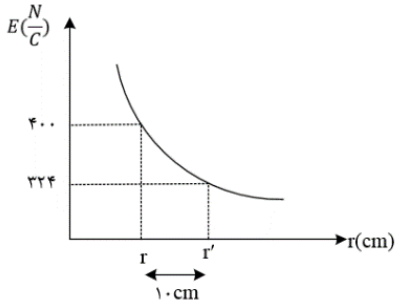
۲۴- در نمودار شکل زیر، اندازه ی میدان الکتریکی حاصل از ذره ی باردار q بر حسب فاصله از آن نشان داده شده است. r بر حسب سانتی متر و اندازه ی بار q بر حسب میکروکولون به ترتیب از راست به چپ چقدر است؟

۱) $3/6 \times 10^{-2}$ ،۹۰

۲) $3/6 \times 10^{-4}$ ،۹۰

۳) $3/6 \times 10^{-2}$ ،۱۰۰

۴) $3/6 \times 10^{-4}$ ،۱۰۰



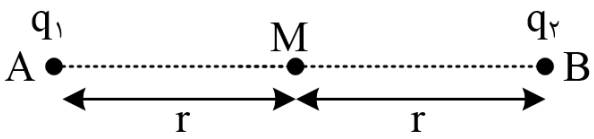
۲۵- دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در نقاط A و B مطابق شکل قرار دارند. اندازه میدان الکتریکی در نقطه M وسط خط واصل دو بار، $\vec{E}$ می باشد. اگر بار q_1 را خنثی کنیم، اندازه میدان الکتریکی در همان نقطه $-\frac{\vec{E}}{3}$ می شود، نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟

۱) ۴-

۲) ۴

۳) $\frac{1}{4}$

۴) $-\frac{1}{4}$



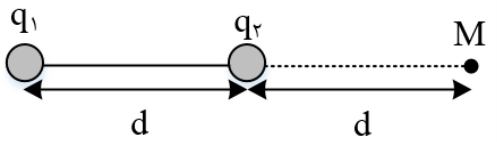
۲۶- در شکل زیر میدان الکتریکی حاصل از دو بار در نقطه M بردار $\vec{E}$ است. اگر جای دو بار عوض شود، میدان در نقطه M بردار $-2\vec{E}$ می شود. $\frac{q_1}{q_2}$ چند است؟

۱) $-\frac{3}{2}$

۲) $\frac{3}{2}$

۳) $\frac{2}{3}$

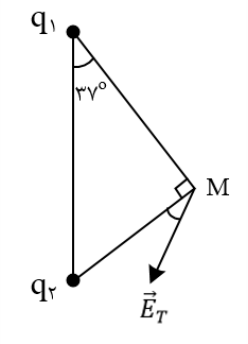
۴) $-\frac{2}{3}$



آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

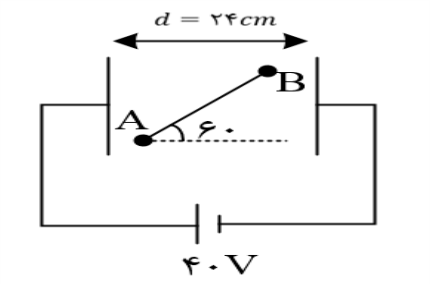
۲۷- میدان الکتریکی برآیند q_1 و q_2 در نقطه ی M مطابق شکل زیر است. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟

۱) $-\frac{64}{27}$ ۲) $-\frac{27}{64}$ ۳) $-\frac{4}{3}$ ۴) $-\frac{3}{4}$



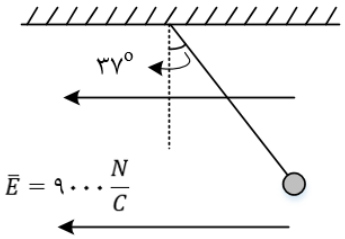
۲۸- در شکل مقابل $(V_A - V_B)$ چند ولت است؟ $(L_{AB} = 12cm)$

۱) ۴۰ ۲) ۳۰ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰



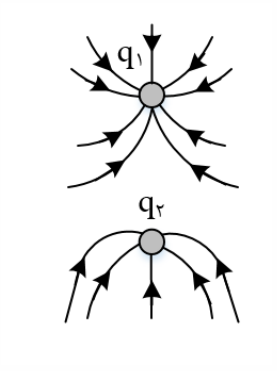
۲۹- مطابق شکل زیر، یک آونگ از نخ نارسانایی آویزان است و درون یک میدان الکتریکی یکنواخت در حالت تعادل قرار دارد. بزرگی میدان الکتریکی را چند نیوتون بر کولن و چگونه تغییر دهیم تا زاویه ی آونگ با راستای قائم ۱۶ درجه افزایش یابد؟

۱) ۶۰۰۰ – افزایش ۲) ۶۰۰۰ - کاهش ۳) ۷۰۰۰ – افزایش ۴) ۷۰۰۰ – کاهش



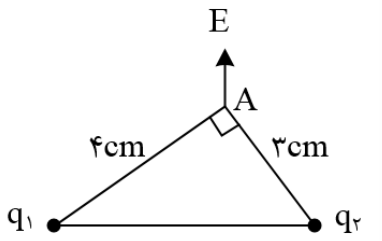
۳۰- خطوط میدان الکتریکی در اطراف دو بار الکتریکی نقطه ی q_1 و q_2 مطابق شکل زیر رسم شده است. کدام گزینه در مورد بارهای الکتریکی درست است؟

۱) هر دو بار منفی و اندازه ی بار q_1 بیش تر است.
۲) هر دو بار منفی و اندازه ی بار q_2 بیش تر است.
۳) هر دو بار مثبت و اندازه ی بار q_1 بیشتر است
۴) هر دو بار مثبت و اندازه ی بار q_2 بیشتر است.



۳۱- در شکل زیر میدان برآیند نقطه A بر خط واصل بین دو بار q_1 و q_2 عمود است. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ برابر کدام گزینه است؟

۱) $\frac{3}{4}$
۲) $-\frac{3}{4}$
۳) $\frac{9}{16}$
۴) $-\frac{9}{16}$

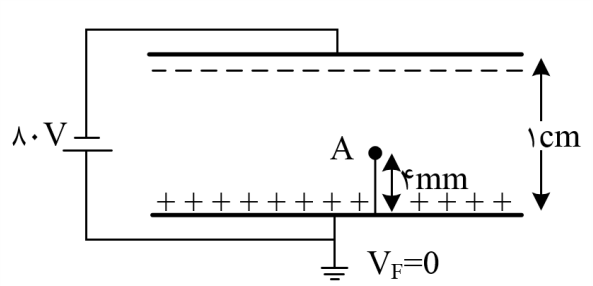


۳۲- ذرهای باردار با بار $q = ۱۰۰\ \mu C$ و جرم ۲۰mg با تندی ۵۰ متر بر ثانیه از نقطه ی A پرتاب می گردد و با تندی $30\sqrt{5}$ متر بر ثانیه از نقطه ی B عبور می کند. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه ی A و B چند ولت است؟ (تنها نیروی وارد بر ذره نیروی میدان الکتریکی است.)

۱) ۱۵۰
۲) -۱۵۰
۳) -۲۰۰
۴) ۲۰۰

۳۳- دو صفحه رسانای موازی با ابعاد بزرگ را مطابق شکل زیر به یک باتری وصل کرده ایم، پتانسیل نقطه ی A چند ولت است؟

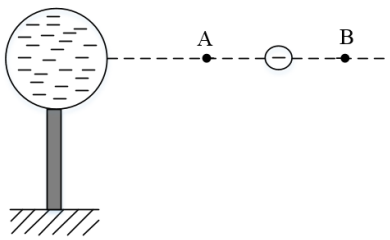
۱) ۴۸- ۲) ۳۲- ۳) ۳۲+ ۴) ۴۸+



۳۴- در شکل، کره ی فلزی با بار الکتریکی منفی روی پایه ی نارسانایی قرار دارد و ذره ای با بار منفی را از نقطه ی A تا نقطه ی B جابه جا می کنیم. در این آزمایش، پتانسیل الکتریکی نقطه ی B در مقایسه با پتانسیل الکتریکی نقطه ی A چگونه است و در این جابه جایی، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره ی باردار چگونه تغییر می کند؟

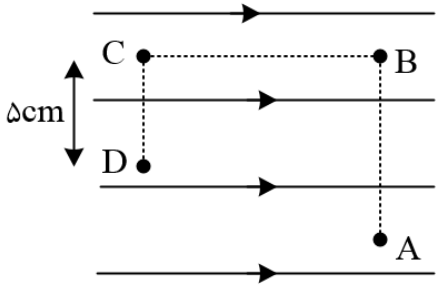
۱) بیش تر – کاهش ۲) بیشتر - افزایش

۳) کم تر – کاهش ۴) کم تر – افزایش



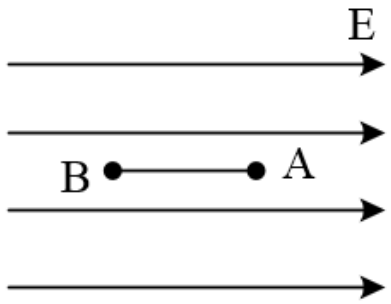
۳۵- مطابق شکل زیر بار $-2nC$ در میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $1/28 \times 10^7\ N/C$ از A تا نقطه B و سپس از B تا C و در نهایت از C تا D جابه جا می شود. اگر کار نیروی الکتریکی در این جابه جایی $۶/۴mJ$ باشد، فاصله BC چند سانتی متر است؟ ($AB = 10\ cm, CD = ۵cm$)

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵



۳۶- در شکل زیر، ذره ای با بار $q = -۲\mu C$ را با سرعت ثابت از A تا B، ($AB = ۵۰\ cm$) در راستای میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $4 \times 10^4 \frac{N}{C}$ جابه جا می کنیم. کدام گزینه درست است؟

۱) کار نیروی الکتریکی وارد بر ذره ۰/۰۴- ژول است.
۲) انرژی جنبشی ذره ۰/۰۴ ژول افزایش می یابد.
۳) کار برایند نیروهای وارد بر ذره منفی است.
۴) انرژی پتانسیل الکتریکی ذره ۰/۰۴ ژول کاهش می یابد.

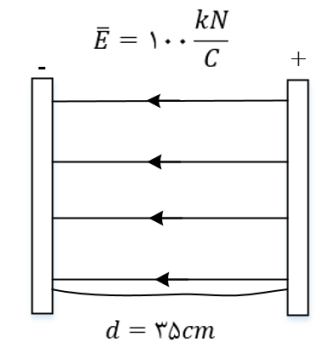


۳۷- اگر $-10\mu C$ بار الکتریکی از صفحهی منفی یک خازن با پتانسیل $V_1 = -12V$ به صفحه ی مثبت آن با پتانسیل $V_2 = +12V$ منتقل شود، تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار، چند ژول است؟

۱) -24×10^{-5} ۲) $+24 \times 10^{-5}$
۳) $+12 \times 10^{-5}$ ۴) -12×10^{-5}

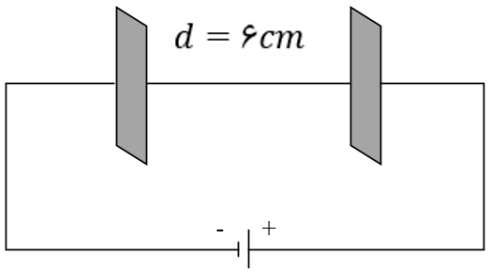
۳۸- در شکل زیر، اگر ذره ای با بار الکتریکی $+10\mu C$ و جرم ۴ گرم در میدان یکنواختی به بزرگی $E=100\frac{KN}{C}$ با تندی $۱۰\frac{m}{s}$ از صفحه ی منفی به سمت صفحه ی مثبت پرتاب شود، در چند سانتی متری صفحه مثبت، تندی ذره به حداقل می رسد؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵



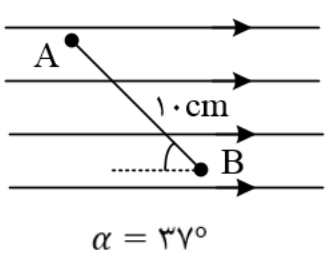
۳۹- مطابق شکل مقابل، در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $5\times10^3\frac{N}{C}$ پروتونی از مجاورت صفحه منفی با تندی اولیه .V پرتاب می شود و در فاصله ۲ سانتی متری صفحه مثبت متوقف می شود. تندی پرتاب پروتون چند متر بر ثانیه بوده است؟ (فرض کنید پروتون تنها تحت تأثیر نیروی الکتریکی است و $e=1/6\times10^{-19}C$ و $1/6\times10^{-27}kg\approx$ جرم پروتون)

۱) 2×10^5 ۲) $3/2\times10^5$ ۳) 4×10^7 ۴) 6×10^5



۴۰- در شکل مقابل، دو نقطه ی A و B در یک میدان الکتریکی یکنواخت با شدت $E=500\frac{N}{C}$ قرار دارند. حاصل V_A-V_B چند ولت است؟ $(Sin37^\circ\approx0/6)$

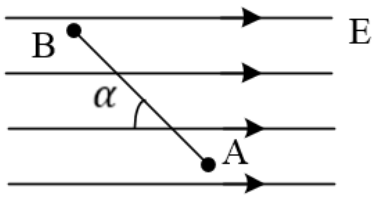
۱) ۵۰- ۲) ۵۰+ ۳) ۴۰- ۴) ۴۰+



آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

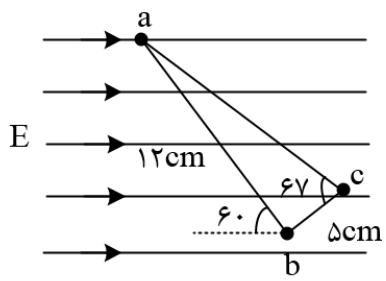
۴۱- مطابق شکل، بار $q = -20\mu C$ را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 4 \times 10^5 \frac{N}{C}$ از نقطه ی A تا B جابه جا می کنیم. اگر $AB = 4m$ و $\alpha = 60°$ باشد، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چند ژول است؟ $(Cos120° = -\frac{1}{2},\ Cos60° = \frac{1}{2})$

۱) -۸ ۲) +۸ ۳) -۱۶ ۴) +۱۶



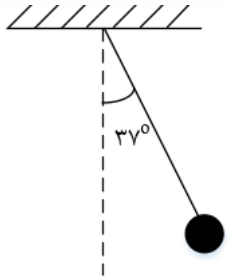
۴۲- در شکل زیر شدت میدان الکتریکی یکنواخت $5000 \frac{N}{C}$ است. ابتدا از نقطه ی a به طرف b و سپس به نقطه ی c می رویم، طوری که امتداد ab و bc برهم عمود باشند، اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد شده در این جابه جایی چند ولت است؟ $(Sin37° = 0/6)$(زاویه b داخل مثلث قائمه است)

۱) -۵۲ ۲) -۵۲۰ ۳) ۳۹۰ ۴) ۳/۹



۴۳- در شکل زیر، گلوله ای با بار الکتریکی $+40\mu C$ توسط نخی با جرم ناچیز آویخته شده و در میدان الکتریکی یکنواخت افقی به حالت تعادل قرار دارد. اگر نیروی کشش نخ $0/1N$ باشد، در این میدان اختلاف پتانسیل بین دو نقطه که در راستای افقی با هم $10cm$ فاصله دارند، چند ولت است؟ $(Sin37° = 0/6)$

۱) ۳۰۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۵۰



۴۴- اگر ۲۰ درصد به بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحات یک خازن تخت شارژ شده ی جداشده از باتری اضافه کنیم، ظرفیت خازن، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین صفحات خازن و انرژی ذخیره شده در آن به ترتیب از راست به چپ، چگونه تغییر می کنند؟

۱) ٪۲۰ افزایش می یابد، تغییر نمی کند، ٪۴۴ افزایش می یابد.

۲) تغییر نمی کند، ٪۲۰ افزایش می یابد، ٪۴۴ کاهش می یابد.

۳) ٪۲۰ افزایش می یابد، تغییر نمی کند، ٪۴۴ کاهش می یابد.

۴) تغییر نمی کند، ٪۲۰ افزایش می یابد، ٪۴۴ افزایش می یابد.

۴۵- اختلاف پتانسیل بین دو صفحه ی خازن را ۱/۵ برابر می کنیم در نتیجه $20\mu C$ بر بار ذخیره شده در آن اضافه می شود و انرژی آن نیز $200\mu J$ افزایش می یابد. ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۴۶- خازنی با ظرفیت $4\mu F$ که دی الکتریک آن هوا است را توسط مولدی شارژ کرده و سپس آن را از مولد جدا می کنیم. اگر بخواهیم فاصله صفحات خازن ۲ برابر شود، باید حداقل کار $0/09$ ژول انجام دهیم، بار این خازن چند میکروکولن است؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

۴۷- کدام گزینه درباره ی خازن نادرست است؟

۱) در حضور میدان الکتریکی، مولکول های قطبی می کوشند تا خود را در جهت میدان الکتریکی خارجی هم ردیف کنند.

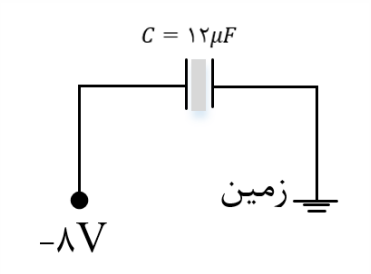
۲) دی الکتریک ها دو نوع قطبی و غیر قطبی هستند.

۳) وقتی در یک صفحه ی خازن بار $+\frac{Q}{2}$ و در صفحه ی مقابل بار $-\frac{Q}{2}$ قرار دارد، بار الکتریکی خازن به اندازه ی Q است.

۴) اگر فاصله ی صفحات یک خازن را ۴ برابر و ولتاژ دو سر آن را دو برابر کنیم، ظرفیت آن ۷۵ درصد کاهش می یابد.

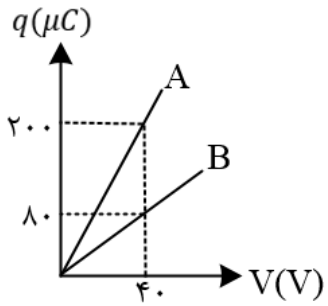
۴۸- در شکل روبه رو خازن را بین زمین و پتانسیل ۸- ولت ثابت وصل کرده ایم. اگر دی الکتریک میان صفحات خازن به ضریب $K = \frac{4}{3}$ را برداریم، تعداد ..... الکترون از ..... به ..... منتقل می شوند

۱) $1/5 \times 10^{14}$ – زمین – خازن
۲) 3×10^{14} – خازن – زمین
۳) $1/5 \times 10^{14}$ – زمین – خازن
۴) 3×10^{14} – خازن – زمین



۴۹- نمودار زیر بار ذخیره شده در دو خازن A و B برحسب ولتاژ دو سر آنها را نشان می دهد. اگر سطح صفحه ها و دی الکتریک دو خازن یکسان باشد، فاصله صفحه های خازن B چند برابر فاصله صفحه های خازن A می باشد؟

۱) ۱/۵
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۳



۵۰- ورقه عایق با ضخامت و ثابت دی الکتریک شیشه: $0/6mm$ و $k = 5$، پلاستیک: $1mm$ و $k = 8$، میکا: $0/5mm$ و $k = 7$ و کاغذ پارافینی: $0/2mm$ و $k = 3$ داریم. کدام یک را در بین دو صفحه فلزی بگذاریم تا خازن ساخته شده دارای بیش ترین ظرفیت باشد؟

۱) ورقه شیشه ای

۲) ورق پلاستیکی

۳) ورق میکا

۴) کاغذ پارافینی

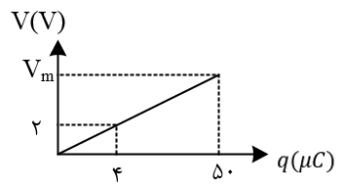
۵۱- خازن تخت بادی الکتریک هوا با ظرفیت $5\mu F$ را با یک باتری ۲۰۷ پر می کنیم. آن را از باتری جدا کرده سپس بین صفحات را با عایقی با $k=4$ پر می کنیم. اکنون اگر از آن خازن برای روشن کردن فلاش یک دوربین استفاده کنیم و خازن در $0/5ms$ تخلیه شود، توان تخلیه خازن چند وات می شود؟

۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۲۵

۵۲- چگالی سطحی بار یک کره ی رسانا $32\frac{\mu C}{m^2}$ است. اگر بار این کره را به کرهی دیگری که شعاع آن ٪۲۰ کوچک تر از شعاع کره ی اولیه است. انتقال دهیم، چگالی سطحی بار کرهی جدید چند میکروکولن بر متر مربع است؟

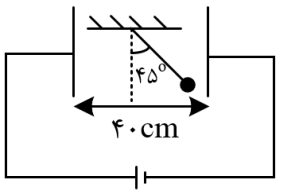
۱) ۱۰ ۲) ۳۰ ۳) ۵۰ ۴) ۷۰

۵۳- نمودار زیر مربوط به خازنی است که فاصله بین صفحات آن ۲mm می باشد. بیشینه میدان قابل تحمل خازن چند $\frac{v}{mm}$ است؟ ۱) ۱۲/۵ ۲) ۲/۵ ۳) $1/25\times10^3$ ۴) $2/5\times10^3$



۵۴- مطابق شکل زیر یک آونگ الکتریکی به جرم ۲mg و بار الکتریکی $6\mu C$ در بین صفحات یک خازن تخت در حال تعادل قرار گرفته است. اگر ظرفیت خازن $6\mu F$ باشد، انرژی ذخیره شده در خازن چند میکروژول می باشد؟

۱) $3\sqrt{2}$ ۲) 3 ۳) $6\sqrt{2}$ ۴) 6



۵۵- خازنی با دو صفحه ی تخت و موازی به اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابتی متصل است. اگر ابعاد صفحات خازن ٪۲۰ افزایش یابد و هم چنین فاصله ی بین صفحات خازن را با یک دی الکتریک با ضریب ۲ برابر پر کنیم و فاصله ی بین صفحات خازن ۴ برابر شود، انرژی ذخیره شده در خازن و هم چنین بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چند درصد و چگونه تغییر می کنند؟

۱) ٪۲۸ کاهش، ٪۷۲ افزایش ۲) ٪۲۸ افزایش، ٪۷۲ کاهش

۳) ٪۲۸ کاهش، ٪۷۲ کاهش ۴) ٪۲۸ کاهش، ٪۲۸ کاهش

۵۶- خازنی که فاصله دو صفحه آن d بوده و فاقد دی الکتریک است. به دو قطب یک باتری متصل بوده و انرژی ذخیره در آن u_1 می باشد. فاصله دو صفحه خازن را $\frac{d}{5}$ کاهش می دهیم و انرژی ذخیره شده در خازن u_2 می گردد. سپس این خازن جدید را از منبع ولتاژ جدا کرده و مجددا فاصله دو صفحه را $\frac{d}{5}$ افزایش می دهیم. در این حالت انرژی ذخیره شده در خازن u_3 می گردد. $\frac{u_2}{u_1}$ را به دست آورید.

۱) ۱ ۲) $\frac{16}{15}$ ۳) $\frac{25}{16}$ ۴) $\frac{5}{4}$

۵۷- بار ذخیره شده در خازنی با ظرفیت ۱۲μF برابر با q است. اگر خازن را از باتری جدا کرده و $+3mC$ بار الکتریکی را از صفحهی منفی جدا کرده و به صفحه ی مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن ۸J افزایش می یابد، مقدار و چند کولن است؟

۱) $30/5 \times 10^{-3}$ ۲) 32×10^{-3}

۳) $33/5 \times 10^{-3}$ ۴) 35×10^{-3}

۵۸- صفحات یک خازن تخت بادی الکتریک هوا را بعد از شارژ شدن، از مولد جدا می کنیم. چند مورد از عبارات زیر در مورد این خازن درست است؟

الف) اگر مساحت مشترک صفحات خازن را دو برابر کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن برابر $\frac{1}{4}$ می شود.

ب) اگر فاصله ی صفحات خازن را نصف کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر آن دو برابر می شود.

ج) اگر فاصله ی صفحات خازن را سه برابر کنیم، بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه سه برابر می شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۵۹- انرژی ذخیره شده در خازنی $12\mu J$ است. اگر این خازن را از باتری جدا کرده و فاصله ی بین صفحات آن را n برابر کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن $6\mu F$ تغییر می کند، n کدام می تواند باشد؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{1}{6}$

۶۰- اگر ۲۰μC به بار الکتریکی یک خازن ۱۰μF اضافه شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن ۲۵ برابر می شود. انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند میکروژول افزایش یافته است؟

۱) ۳۰ ۲) ۳۱/۲۵ ۳) 60 ۴) 62/5

۶۱- ظرفیت خازنی ۲۲μF است. اگر بار الکتریکی آن ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی آن ۱۶ میکروژول افزایش می یابد. بار اولیه ی آن چند میکروکولن است؟

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) 2×10^{-2} ۴) 4×10^{-2}

۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با نزدیک کردن میله باردار به A، بار رو در کره A القا شده و بار $-q_1$ در C القا می شود.

در حالت اول با دور کردن B، بار $-q_1$ در C باقی می ماند، پس: $q = -q_1$

در حالت دوم با دور کردن A، دو گوی B و C در تماس با هم می مانند و بار بین آنها با توجه به این که مشابه هم هستند، تقسیم می شوند و بار گوی های B و C یکسان می شوند.

$$q' = q_B = q_C = \frac{-q + 0}{2} = \frac{-q}{2}$$

بنابراین $\frac{q'}{q}$ برابر است با: $\frac{q'}{q} = \frac{\frac{-q}{2}}{-q} = \frac{1}{2}$

۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با وصل کردن کلید، دو کره در تماس با هم هستند و بار هر کره با توجه به تشابه A و B با هم برابر می شود:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} = \frac{6 - 2}{2} = 2\mu C$$

و چون عامل شارش بار در فلزات، الکترون می باشد باید $-4\mu C$ بار از کره B به A منتقل شود که تعداد آن برابر اس با:

$$-4\mu C = -4 \times 10^{-6} = -n \times 1/6 \times 10^{-19} \rightarrow n = \frac{4}{1/6} \times 10^{13} = 2/5 \times 10^{13}$$

۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای بیشینه شدن نیروی الکتریکی، باید اندازهای بار دو کره با هم برابر شود، پس باید بار کل به تساوی بین آنها تقسیم شود:

$$\begin{cases} q_1 = 16\mu C \\ q_2 = 8\mu C \end{cases} \rightarrow q_{\text{کل}} = 16 + 8 = 24\mu C \rightarrow \begin{cases} q'_1 = 12\mu C \\ q'_2 = 12\mu C \end{cases}$$

پس باید $4\mu C$ بار از یک کره به کردی دیگر منتقل شود.

$$\Delta q = ne \rightarrow 4 \times 10^{-6} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 2/5 \times 10^{13}$$

۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اتم لیتیوم خنثی دارای سه پروتون و سه الکترون است. هنگامی که دو الکترون از این اتم و می گیریم، بار الکتریکی آتم و هسته به صورت زیر به دست می آید:

بار الکتریکی هسته‌ی اتم لیتیوم $= q = 3(e) = 3(1/6 \times 10^{-19}) = 4/8 \times 10^{-19} C$

بار الکتریکی یون لیتیوم $q' = 2(e) = 2(1/6 \times 10^{-19}) = 3/2 \times 10^{-19} C$

و در نهایت اختلاف این دو مقدار برابر است با:

$$q - q' = 1/6 \times 10^{-19} C = 1/6 \times 10^{-13} \mu C$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

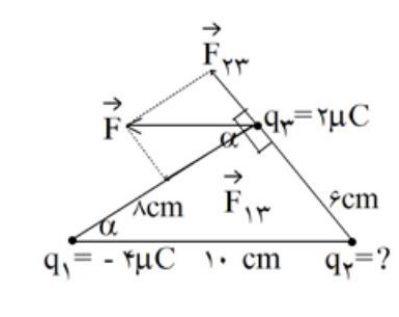
۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

اگر جسم شیشه ای را با پارچه ابریشمی مالش دهیم، بار شیشه مثبت خواهد شد و چون ابتدا ورقه های الکتروسکوپ به هم نزدیک شدند، پس باید میله و الکتروسکوپ بار ناهمنام داشته باشند تا بارهای هم را جذب کرده باشند یعنی الکتروسکوپ دارای بار منفی بوده است.

۶) گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است. اگر بار q_4 را مثبت فرض کنیم در این صورت بارهای q_6 و q_2 بار q_4 را دفع می کنند و چون $(r_1 = r_2, q_1 > q_2)$ است، پس $F_1 > F_2$ است و q_3 باید مثبت باشد.

$$\sum F = 0 \rightarrow F_2 + F_3 = F_1 \rightarrow \frac{kq_2q_4}{(0/1)^2} + \frac{kq_3q_4}{(0/3)^2} = \frac{kq_1q_4}{(0/1)^2} \rightarrow \frac{2}{0/01} + \frac{q_3}{0/09} = \frac{4}{0/01} \rightarrow q_3 = 18\mu C$$

۷- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.



$$\tan\alpha = \frac{6}{8} \rightarrow F_{23} = \frac{3}{4}F_{13}$$

$$K\frac{q_2q_3}{6^2} = \frac{3}{4}K\frac{q_1q_3}{8^2} \rightarrow$$

$$\frac{q_2}{6^2} = \frac{3}{4} \times \frac{4}{8^2} \rightarrow q_2 = \frac{3 \times 36}{64} = \frac{27}{16}\mu C$$

۸- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون کولن داریم:

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$4 = 9 \times 10^9 \frac{|q_1q_2| \times 10^{-12}}{(0/3)^2} \rightarrow |q_1q_2| = 40$$

با توجه به قانون پایستگی بار، که مجموع بارها قبل و بعد از تماس با هم برابرند و از آنجا که دو گلوله مشابه بوده اند می توان گفت بار گلوله ها بعد از تماس با هم برابر شده و برابر میانگین بار اولیه ی آنها است.

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = 3 \rightarrow q_1 + q_2 = 6$$

با توجه به گزینه ها می توان گزینه ای را انتخاب کرد که حاصل ضرب اندازهی بارها ۴۰ و مجموع جبری آنها ۶ شود.

۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هرگاه مجموع دو کمیت ثابت باشد، حاصل ضرب آنها زمانی بیشینه خواهد بود که دو مقدار با هم برابر باشند.

$$q_1 + q_2 = q_1 + 2q_1 = 3q_1 = \text{ثابت}$$

نیروی کولنی بین دو بار با توجه به رابطه ی $F = K\frac{q_1' q_2'}{r^2}$ زمانی بیشینه است که $q_1' = q_2'$ باشد، یعنی بار کل $3q_1$ به یک اندازه بین بارها تقسیم شود.

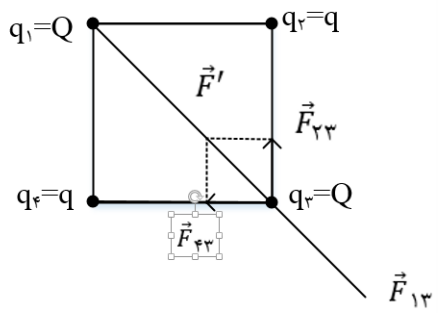
$$q_1' = q_2' = \frac{3q_1}{2}$$

به عبارت دیگر بار جسم اول از q_1 به $\frac{3}{2}q_1$ افزایش یابد و به همین ترتیب بار جسم دوم $2q_1$ به $\frac{3}{2}q_1$ کاهش یابد.

$$\text{درصد تغییرات بار جسم اول} \frac{\Delta q}{q_1} \times 100 = \frac{\frac{3}{2}q_1 - q_1}{q_1} \times 100 = \%50$$

$$\text{درصد تغییرات بار جسم دوم} \frac{\Delta q}{q_2} \times 100 = \frac{\frac{3}{2}q_1 - 2q_1}{2q_1} \times 100 = -\frac{1}{4} \times 100 = -\%25$$

۱۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. (مساله را برای یکی از رأس های مربع که بار Q دارد بررسی می کنیم.) با توجه به شکل، بارهای Q و q_1 (q_3) هم دیگر را دفع می کنند. بنابراین برای این که برایند نیروهای وارد بر بار q_3 صفر شود باید حتما بارهای q و Q ناهمنام باشند. در نتیجه برایند نیروهای $\vec{F}_{23}$ و $\vec{F}_{43}$ یعنی $\overrightarrow{F'}$ باید در خلاف جهت $\vec{F}_{13}$ و هم اندازه با آن باشد تا اثر یک دیگر را حنثی کنند.



$$F_{23} = F_{43} = k\frac{|q||Q|}{a^2} \quad , \quad r_{13} = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2}a$$

$$F_{13} = k\frac{|Q||Q|}{2a^2} \rightarrow F' = \sqrt{F_{23}^2 + F_{23}^2} = \sqrt{2}k\frac{|q||Q|}{a^2} \rightarrow \frac{1}{2}|Q| = \sqrt{2}|q|$$

$$\rightarrow \frac{|Q|}{|q|} = 2\sqrt{2} \xrightarrow{q \text{ و } Q \text{ ناهمنام هستند}} \frac{Q}{q} = -2\sqrt{2}$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۱۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

گام اول: به کمک یک تناسب ساده مقدار E را به دست می آوریم:

$$E = \frac{k|q|}{r^2} \rightarrow \frac{E+16}{E} = \left(\frac{3d}{d}\right)^2 \rightarrow E + 16 = 9E \rightarrow E = 2\frac{kN}{C}$$

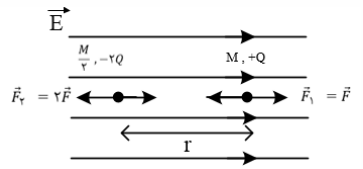
گام دوم: با توجه به گام قبل به این نتیجه رسیدیم که در فاصله ی d از بار الکتریکی موردنظر بزرگی میدان الکتریکی $18\frac{kN}{C}$ می باشد. بنابراین در فاصله ی $2d$ از بار q_1 بزرگی میدان الکتریکی برابر است با:

$$\frac{E'}{18} = \left(\frac{d}{2d}\right)^2 \rightarrow E' = 4/5\ \frac{kN}{C}$$

گام سوم: حال اگر بار q_2 در فاصله ی $2d$ از بار رو قرار بگیرد، تحت تأثیر میدان الکتریکی $\vec{E}$ نیروی $\vec{F}$ به آن وارد می شود که برابر است با:

$$F = E'|q_2| = 4/5 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-6} = 9 \times 10^{-3}N = 9mN$$

۱۲- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر بخواهیم فاصله ی نسبی دو ذره‌ی باردار در میدان الکتریکی ثابت باقی بماند، باید شتاب حرکت آنها که حاصل از نیروی میدان الکتریکی و نیروی الکتریکی بین خودشان است، یکسان و جهت حرکتشان نیز یکسان باشد. با توجه به شکل، روابط زیر را می نویسیم.



تذکر: اگر جهت میدان الکتریکی خارجی را به سمت چپ در نظر بگیریم، دو ذره به یکدیگر نزدیک می شوند و فاصله ی نسبی شان ثابت نمی ماند. $q_2 = -2Q$ $q_1 = +Q$

$$F = E|q_0| \rightarrow F_1 = EQ = F \rightarrow F_2 = E \times 2Q = 2F$$

شتاب ذره‌ی باردار اول $(+Q)$: $a_1 = \frac{f - F_1}{m_1} = \frac{f - F}{M}$

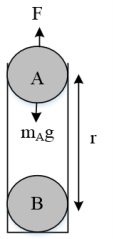
شتاب ذره‌ی باردار دوم $(-2Q)$: $a_2 = \frac{F_2 - f}{m_2} = \frac{2F - f}{\frac{M}{2}} = \frac{4F - 2f}{M}$

$$\begin{cases} a_1 = a_2 \rightarrow \frac{f-F}{M} = \frac{4F-2f}{M} \rightarrow f - F = 4F - 2f \rightarrow 3f = 5F \\ f = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{Q.2Q}{r^2}, \qquad F = EQ \end{cases}$$

$$\rightarrow \frac{3Q}{2\pi\varepsilon_0} \times \frac{1}{r^2} = 5E \rightarrow r = \sqrt{\frac{3Q}{10\pi\varepsilon_0 E}}$$

۱۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

مطابق شکل، دو نیروی وزن و F به گوی A وارد می شوند و اگر بخواهیم گوی A به حالت تعادل باقی بماند، باید برایند نیروهای وارد شده به آن صفر باشد و داریم:



$$F = m_A g$$

$$\rightarrow \frac{k|q_A||q_B|}{r^2} = m_A g \rightarrow \frac{9\times10^9\times2\times4\times10^{-12}}{r^2} = 0/2\times10^{-3}\times10$$

$$\rightarrow 9\times8\times10^{-3} = 2\times10^{-3}r^2 \rightarrow r^2 = 36 \rightarrow r = 6m$$

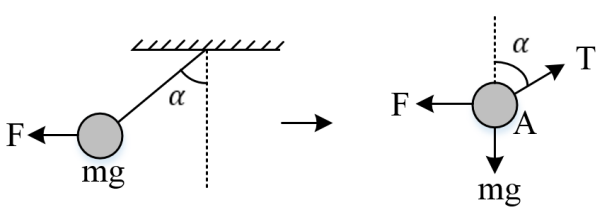
۱۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. همان طور که می دانید هنگامی که اندازه ی بارهای الکتریکی با یکدیگر برابر می شود، اندازه ی نیروی الکتریکی وارد شده به آنها بیشینه می شود، بنابراین اگر به اندازه ی $\frac{1}{2}q$ از بار الکتریکی q_2 کم کرده و به بار الکتریکی q_1 اضافه کنیم، اندازه ی بارها یکسان شده و در نتیجه اندازه ی نیرویی که به یک دیگر وارد می کنند نیز بیشینه می شود، بنابر این داریم:

$$q_1' = q + \frac{1}{2}q = \frac{3}{2}q \qquad q_2' = 2q - \frac{1}{2}q = \frac{3}{2}q$$

در نهایت با نوشتن یک تناسب ساده مقدار F را به دست می آوریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q_1'||q_2'|}{|q_1||q_2|} = \frac{\frac{3}{2}q\times\frac{3}{2}q}{q\times2q} = \frac{9}{8} \rightarrow F' = \frac{9}{8}F$$

۱۵- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است. بزرگی نیرویی که دو گلوله بر هم اعمال می کنند، مطابق قانون سوم نیوتون برابر است ($F_A = F_B$). از طرفی در صورت تعادل گلوله ای مانند شکل زیر، داریم:



$$\begin{cases}\sum F_y = 0 \rightarrow TSin\,\alpha = F \\ \sum F_x = 0 \rightarrow TCos\alpha = mg\end{cases} \rightarrow \tan\alpha = \frac{F}{mg}$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

با توجه به این رابطه، مقدار بار گلوله ها نقشی در اندازهی زوایای α و β ندارد.

$m_A = m_B \rightarrow \alpha = \beta$

$m_A > m_B \rightarrow \alpha < \beta$

$m_A < m_B \rightarrow \alpha > \beta$

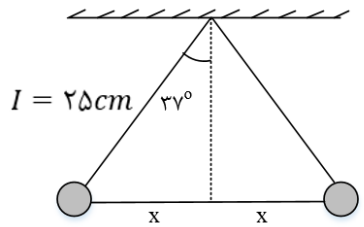
۱۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نیروی الکتریکی بین دو گلوله باید نیروی فنر را خنثی کند:

$$F_e = F \rightarrow kx = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} \xrightarrow{r=0/2+x} 40x = \frac{9\times10^9\times4\times10^{-6}\times10\times10^{-6}}{(0/2+x)^2}$$

$$\rightarrow 10x = \frac{0/09}{(0/2+x)^2}$$

با چک کردن گزینه ها تساوی برای $x = 0/1m$ یا همان ۱۰cm برقرار است .

۱۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به شکل فاصله ی بین دو گلوله باردار را محاسبه می کنیم:



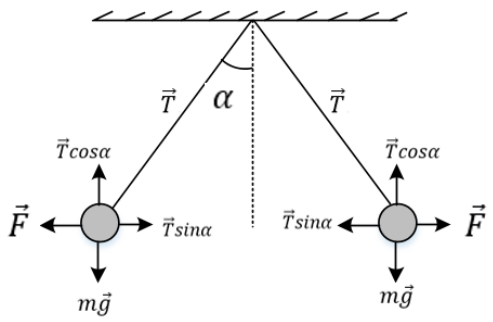
$$Sin\ 37 = \frac{x}{25} \rightarrow \frac{6}{10} = \frac{x}{25} \rightarrow \frac{3}{5} = \frac{x}{25} \rightarrow x = 15cm$$

$$\text{فاصله بین دو گلوله} = 2x = 2\times15 = 30cm$$

چون بارهای دو گلوله هم اندازه و همنام هستند، یک دیگر را دفع می کنند، بنابر این نیروی الکتریکی بین آنها را محاسبه می کنیم:

$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9\times10^9\times\frac{3\times10^{-6}\times3\times10^{-6}}{9\times10^{-2}} = 0/9N$$

حال با توجه به این که گلوله ها در حال تعادل هستند، می توان گفت:

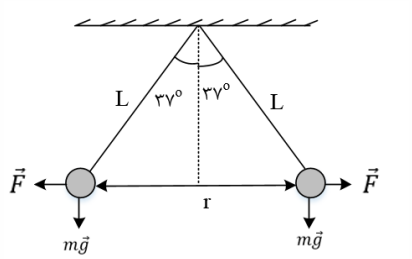


$$\begin{cases} TSin\alpha = F \\ TCos\alpha = mg \end{cases} \rightarrow \frac{TSin\alpha}{TCos\alpha} = \frac{F}{mg}$$

$$\rightarrow \frac{Sin\alpha}{Cos\alpha} = \frac{F}{mg} \rightarrow tg\alpha = \frac{F}{mg}$$

$$tg37 = \frac{0/9}{m \times 10} \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{0/9}{10m} \rightarrow m = 0/12kg = 120g$$

۱۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر، نیروی الکتریکی بین دو گلوله برابر است با:



$$tg37 = \frac{F}{mg} \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{F}{0/4} \rightarrow F = 0/3N$$

برای محاسبه ی فاصله ی بین دو گلوله می توان نوشت:

$$F = k\frac{|q_1| \times |q_2|}{r^2} \rightarrow 0/3 = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-12}}{r^2}$$

$$\rightarrow r^2 = \frac{27 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-1}} = 9 \times 10^{-2} \rightarrow r = 0/3m = 30cm$$

طول نخ برابر است با: $Sin37° = \frac{\frac{r}{2}}{L} \rightarrow 0/6 = \frac{15}{L} \rightarrow L = 25cm$

۱۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به ذره باردار دو نیروی وزن و الکتریکی وارد می شود.

$$W_T = \Delta K \rightarrow W_{F_E} + W_{mg} = K_2 - K_1$$

$$\rightarrow EqdCos180 + mgdCos180 = -\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\rightarrow -6 \times 10^5 \times \frac{1}{2} \times 10^{-6}d - 20 \times 10^{-3} \times 10 \times d = -\frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-3} \times (2)^2$$

$$\rightarrow -0/3d - 0/2d = -0/04 \rightarrow d = \frac{0/04}{0/5} = 0/08m \rightarrow d = 8cm$$

۲۰- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. میدان برآیند بارهای روی یک قطر را ابتدا به دست می آوریم:

$$E_1 = E\sqrt{2} \qquad E_2 = E\sqrt{2}$$

$$E = \frac{kq}{r^2} = \frac{kq}{\left(a\sqrt{2}\right)^2} = \frac{kq}{2a^2}$$

E_1 و E_2 بر هم عمودند، بنابراین:

$$E_T = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2E^2 + 2E^2} = 2E = 2\frac{kq}{2a} = \frac{kq}{a^2}$$

۲۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

بزرگی میدان حاصل از سه بار در نقطه A برابر است با:

$$E_1 = K\frac{q_1}{r^2} \rightarrow E_1 = 9\times 10^9 \times \frac{2\times 10^{-6}}{9\times 10^{-4}} = 2\times 10^7 \frac{N}{C}$$

$$E_2 = K\frac{q_2}{r^2} \rightarrow E_2 = 6\times 10^7 \frac{N}{C}$$

$$E_3 = K\frac{q_3}{r^2} \rightarrow E_3 = 3\times 10^7 \frac{N}{C}$$

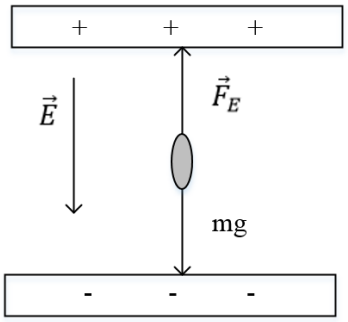
میدان E_1 و E_2 خلاف جهت هم هستند:

$$E_{1,2} = E_2 - E_1 = 4\times 10^7 \frac{N}{C}$$

میدان های $E_{1,2}$ و E_3 بر هم عمودند:

$$E_T = \sqrt{E_{1,2}^2 + E_3^2} = 10^7\sqrt{4^2 + 3^2} = 5\times 10^7 \frac{N}{C} = 5\times 10^7 \frac{N}{m}$$

۲۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. شرط تعادل ذره آن است که نیروی الکتریکی وارد بر ذره و نیروی وزن آن هم اندازه و در خلاف جهت یکدیگر باشند. همچنین، چون بار ذره منفی است، بنابراین میدان الکتریکی باید به سمت پایین باشد.



زیرا نیروی الکتریکی وارد بر ذره با بار منفی همواره در خلاف جهت میدان الکتریکی است.

$$\begin{cases} F_E = mg \\ E = \dfrac{F_E}{|q|} \end{cases} \rightarrow E|q| = mg \rightarrow E = \frac{mg}{|q|} = \frac{2 \times 10^{-3} \times 10^{-6} \times 10}{4 \times 10^{-12}}$$

$$E = 0/5 \times 10^4 = 5 \times 10^3\ N/C$$

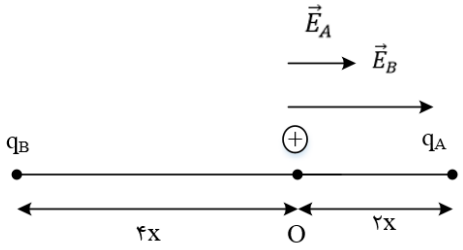
۲۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر بار الکتریکی q_B را خنثی کنیم، میدان الکتریکی باقی مانده در نقطه ی O تنها میدان الکتریکی q_A است، بنابراین می توانیم نتیجه بگیریم که E_A برابر $\frac{1}{3}E$ است و داریم:

$$\vec{E}_{\text{کل}} = \vec{E}_A + \vec{E}_B \rightarrow \vec{E} \quad = \frac{1}{3}\vec{E} \quad + \vec{E}_B \rightarrow \vec{E}_B = \frac{2}{3}\vec{E}$$

با توجه به مقادیر به دست آمده برای $\vec{E}_A$ و $\vec{E}_B$ می توانیم نتیجه بگیریم که میدان الکتریکی ناشی از بارهای موردنظر در نقطه ی O هم جهت هستند و اندازه ی $\vec{E}_B$ دو برابر $\vec{E}_A$ است. بنابر این داریم:

$$E = \frac{k|q|}{r^2} \rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{|q_B|}{|q_A|} \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \rightarrow 2 = \frac{|q_B|}{|q_A|} \times \left(\frac{2x}{4x}\right)^2 \rightarrow \frac{|q_B|}{|q_A|} = 8$$

از طرف دیگر همان طور که در شکل زیر می بینید، اگر جهت مثبت را به سمت راست در نظر بگیریم، q_A بار مثبت آزمون را جذب و q_B بار مثبت آزمون را دفع کرده است. بنابر این بارهای q_A و q_B ناهمنام هستند و داریم:



$$\frac{q_B}{q_A} = -8$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۲۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی تغییر نکرده است، بلکه با تغییر فاصله اندازه ی میدان الکتریکی تغییر کرده است، بنابراین:

$$\begin{cases} E_1 = 400\frac{N}{C}; r_1 = r \\ E_2 = 324\frac{N}{C}; r_2 = r+10 \end{cases} \rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \rightarrow \frac{400}{324} = \left(\frac{r+10}{r}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{100}{81} = \left(\frac{r+10}{r}\right)^2 \rightarrow \frac{10}{9} = \frac{r+10}{r} \rightarrow 9r+90 = 10r \rightarrow r = 90cm$$

$$r' = 100cm$$

$$E = k\frac{|q|}{r^2} \rightarrow 400 = 9\times 10^9 \times \frac{|q|}{8100\times 10^{-2}}$$

$$\rightarrow |q| = \frac{400\times 8100\times 10^{-4}}{9\times 10^9} = 36\times 10^9 C = 3/6\times 10^{-2}\mu C$$

۲۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} \text{در حالت اول: } \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E} \\ \text{در حالت دوم: } \vec{E}_2 = -\frac{\vec{E}}{3} \end{cases} \rightarrow \frac{\vec{E}}{1} = \frac{4}{3}\vec{E}$$

همان طور که ملاحظه می شود $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ مختلف الجهت هستند، پس بارهای q_1 و q_2 باید همنام باشند. از طرفی:

$$|\vec{E}_1| = 4|\vec{E}_2| \rightarrow K\frac{|q_1|}{r^2} = 4K\frac{|q_2|}{r^2} \rightarrow \frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{1}{4}$$

چون بارها همنام هستند، پس: $\frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{4}$

۲۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

در حالت اول: $E_1 + E_2 = E$

در حالت دوم، میدان E_1، ۴ برابر و میدان E_2، $\frac{1}{4}$ برابر می شود.(به خاطر فاصله ها)

$$2E_1 + \frac{E_2}{4} = -2E \rightarrow 4E_1 + \frac{E_2}{4} = -2(E_1+E_2)$$

$$\rightarrow 4E_1 + \frac{E_2}{4} = -2E_1 - 2E_2 \rightarrow 6E_1 = -2E_2 - \frac{E_2}{4}$$

$$\rightarrow 6E_1 = \frac{-9E_2}{4} \rightarrow E_1 = -\frac{3}{8}E_2$$

چون میدان ها مخالف اند پس بارها مخالف هستند. $\frac{kq_1}{4d^2} = -\frac{3}{8}\times\frac{kq_2}{d^2} \rightarrow \frac{q_1}{q_2} = -\frac{3}{2}$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۲۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل $q_1 > 0$ و $q_2 < 0$ است.

$$tg37° = \frac{E_1}{E_2} = \left|\frac{q_1}{q_2}\right| \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left|\frac{q_1}{q_2}\right|^2 tg^2 37$$

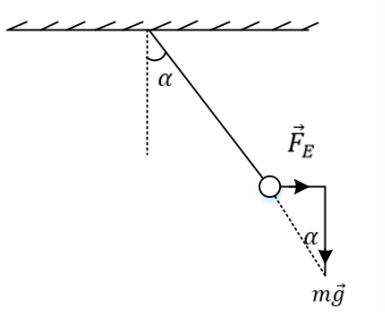
$$\frac{3}{4} = \left|\frac{q_1}{q_2}\right| \times \left(\frac{3}{4}\right)^2 \rightarrow \left|\frac{q_1}{q_2}\right| = \frac{4}{3} \rightarrow \frac{q_1}{q_2} = -\frac{4}{3}$$

۲۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$40 = V_{HS} = (V_B - V'_A) + (V'_A - V'_B) + (V'_B - V_S)$$

چون میدان الکتریکی یکنواخت برقرار است. بنابراین طبق رابطه $E = \frac{V}{d}$ اختلاف پتانسیل و فاصله رابطه مستقیم دارند.

۲۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا رابطه ی زاویه با بزرگی میدان الکتریکی را تعیین می کنیم:



$$tg\ \alpha = \frac{F_E}{mg} = \frac{E_q}{mg}$$

برای مقایسه ی دو حالت داریم:

$$\frac{tg\alpha_2}{tg\alpha_1} = \frac{E_2}{E_1} \rightarrow \frac{tg(37° + 16°)}{tg(37°)} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{tg(53°)}{tg(37°)} = \frac{16}{9} \rightarrow \frac{E_2}{9000} = \frac{16}{9} \rightarrow E_2 = 16000\frac{N}{C}$$

در صورت سؤال تغییر بزرگی میدان الکتریکی خواسته شده است:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 16000 - 9000 = \underbrace{\oplus}_{\text{افزایش}}\ 7000\frac{N}{C}$$

۳۰- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. جهت خطوط میدان الکتریکی همواره بار مثبت خارج شده و به بار منفی وارد می شود بنابر این بارهای q_1 و q_2 هر دو منفی هستند. از سوی دیگر تراکم خطوط میدان در اطراف بار q_1 پیش تر است. بنابراین با توجه به شکل می توان گفت:

$|q_2| < |q_1| \rightarrow$ اندازه‌ی بار q_1 بیشتر است

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۳۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا E را در راستای میدان های حاصل از q_1 و q_2 تجزیه می کنیم و زاویه بین E و E_2 را α به نام گذاری می کنیم. در این صورت:

$$\tan\hat{\alpha} = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}}$$

$$\tan\hat{\alpha} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{k\frac{q_1}{16\times10^{-4}}}{k\frac{q_2}{9\times10^{-4}}} = \frac{9q_1}{16q_2}$$

همچنین در مثلث قائم الزاویهٔ ABC می توان نوشت:

$$\begin{matrix}\hat{\alpha}+\hat{\beta}=90^\circ\\ \hat{\beta}+\hat{\gamma}=90^\circ\end{matrix} \rightarrow \hat{\gamma}=\hat{\alpha}$$

بنابراین در مثلث قائم الزاویهٔ ABC ، $\tan\gamma = \tan\alpha = \frac{3}{4}$ است.

از طرفی دقت کنید میدان حاصل از q_1 و q_2 در نقطه A به گونه ای است که باید q_1 و q_2 مثبت باشند.

۳۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بار ذره ی باردار، مثبت است. چون تندی ذره افزایش یافته است، می توان نتیجه گرفت که ذره ی باردار در جهت خطوط میدان الکتریکی پرتاب شده است. حال تغییرات انرژی جنبشی ذره را محاسبه می کنیم:

$$\Delta K = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2)$$

$$= \frac{1}{2}\times 20\times10^{-6}\times(4500-2500) \rightarrow \Delta K = 200\times10^{-5} = 0/02J$$

می دانیم تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی، قرینه تغییرات انرژی جنبشی است، بنابراین:

$$\Delta U_E = -\Delta K = -0/02J$$

حال با استفاده از رابطه ی $\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}$ ، تغییرات پتانسیل الکتریکی ذره ی باردار را به دست می آوریم:

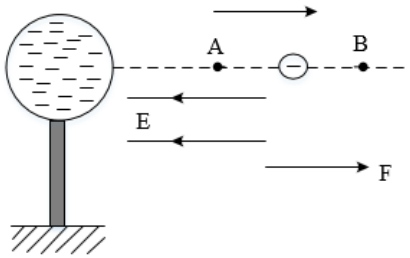
$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} = \frac{-0/02}{100\times10^{-6}} = -0/02\times10^4 = -200V$$

۳۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$V = Ed \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{d_2}{d_1} \rightarrow \frac{\Delta V}{80} = \frac{0/4cm}{1cm} \rightarrow \Delta V = -32$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۳۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ذره در خلاف جهت میدان حرکت می کند، بار هم منفی است، پتانسیل افزایش می یابد چون ذره منفی است انرژی کاهش می یابد.



۳۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$W_{ABCD} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD}$$

کار نیروی الکتریکی در مسیر AB و CD صفر است:

$$W = 6/4mJ \rightarrow E|q|d_{BC} = 6/4 \times 10^{-3}$$

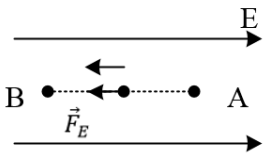
$$\rightarrow 1/28 \times 10^{7} \times 2 \times 10^{-9} \times d_{BC} = 6/4 \times 10^{-2}$$

$$\rightarrow d_{BC} = \frac{1}{4}m = 25cm$$

۳۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. کار نیروی الکتریکی در میدان الکتریکی یکنواخت روی ذره ی باردار برابر است با:

$$W_E = E|q|dCos\,\alpha \rightarrow W_E = 4 \times 10^{4} \times 2 \times 10^{-6} \times 0/5 \times Cos0° = +0/04J$$

در شکل زیر می بینید که $\vec{F}_E$ هم جهت $\vec{d}$ است، تغیر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره برابر است با:

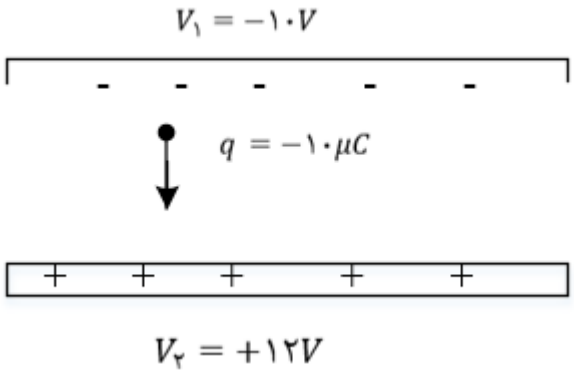


$$\Delta U_E = -W_E \rightarrow \Delta U_E = -0/04J$$

توجه: چون ذره با سرعت ثابت جابه جا شده، انرژی جنبشی آن تغییری نمی کند و طبق قضیه ی کار و انرژی، کار برایند نیروهای وارد بر ذره صفر است.

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۳۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$\Delta U_E = -q\Delta V$$

$$\Delta U_E = -10 \times 10^{-6}(+12 - (-12))$$

$$\Delta U_E = -10^{-5} \times 24 = -24 \times 10^{-5} J$$

۳۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. زمانی که تندی ذره حداقل شده، یعنی تغییر جهت داده و سرعتش برابر صفر می شود انرژی جنبشی ذره را در ابتدا و لحظه ی حداقل شدن تندی به دست می آوریم:

$$\begin{cases} K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-3} \times (10)^2 = 0/2J \\ K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-3} \times (0)^2 = 0 \end{cases} \Delta K = -0/2J$$

حال قانون پایستگی انرژی را می نویسیم:

$$E_1 = E_2 \rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$\rightarrow \Delta K = -\Delta U \rightarrow \Delta U = +0/2J \ (*)$$

حال تغییر انرژی پتانسیل ذره که در بین صفحات در حرکت است و d متر جابه جا می شود را به دست می آوریم حرکت غیر خود به خودی (AU >0).

$$\Delta U = Eqdcos\theta \xrightarrow{\theta=0^\circ} \Delta U = 10^5 \times 10 \times 10^{-6} \times d = d$$

حال طبق رابطه ی (*)، d را محاسبه می کنیم:

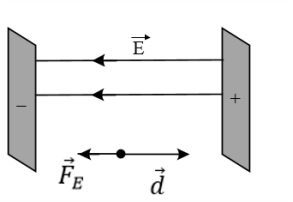
$$\Delta U = 0/2J \ \rightarrow d = 0/2m = 20cm$$

پس فاصله از صفحه ی مثبت برابر است با:

$$35 - 20 = 15cm$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۳۹- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل داریم:



$$d = 6 - 2 = 4cm = 0/04m$$

$$q > 0 \rightarrow \theta = 180° \rightarrow Cos\,\theta = -1$$

$$\Delta U_E = -|q|EdCos\theta = qEd$$

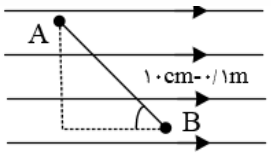
$$= 1/6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^3 \times 0/04 = 3/2 \times 10^{-17} J$$

از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_E = \Delta K \rightarrow -\Delta U_E = \frac{1}{2}m(0 - v_0^2)$$

$$\rightarrow -\frac{3}{2} \times 10^{-17} = \frac{1}{2}(1/6 \times 10^{-27})(-v_0^2) \rightarrow v_0 = 2 \times 10^5 \ \frac{m}{s}$$

۴۰- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. در صورتی که در خلاف جهت میدان الکتریکی جابه جا شویم، پتانسیل الکتریکی نقاط عبوری افزایش و $V_A > V_B$ می باشد و در نتیجه حاصل $V_A - V_B$ بزرگتر از صفر است. از طرفی در راستای عمود بر خطوط میدان، پتانسیل نقاط عبوری ثابت و $V_A = V_C$ می باشد و به جای محاسبه ی $V_A - V_B$ می توان حاصل $V_C - V_B$ را به دست آورد.



$$E = \frac{\Delta V}{\Delta x}$$

$$E = \frac{V_C - V_B}{\Delta X_{C_{\text{و}}B}} \rightarrow V_C - V_B = E \times \Delta X_{C_{\text{و}}B}$$

$$V_C - V_B = 500 \times 0/1\ Cos37 = +40V$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۴۱- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است. نیروی الکتریکی که میدان به بار منفی وارد می کند در خلاف جهت خط های میدان است. برای این که بار با سرعت ثابت جابه جا شود باید «ما» نیروی F' را در خلاف جهت نیروی الکتریکی $F = Eq$ به جسم وارد کنیم. چون سرعت جسم ثابت است، $F' = F$ می باشد. برای محاسبه ی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار باید کاری را که ما روی بار انجام می دهیم، محاسبه کنیم:

$$\Delta U = W' \rightarrow \Delta U = F' \times AB \times Cos\theta = Eq \times AB \times Cos120°$$

$$\rightarrow \Delta U = 4 \times 10^5 \times 20 \times 10^{-6} \times 4 \times \left(-\frac{1}{2}\right) = -16J$$

۴۲- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. گام اول: چون ac روبه روی زاویه ۹۰ درجه است، بنابراین وتر است.

$$(ac)^2 = (ab)^2 + (bc)^2 \rightarrow (ac)^2 = (12)^2 + (5)^2 \rightarrow ac = 13cm$$

گام دوم: زاویه ی بین خطوط میدان و جابه جایی (d) معادل ۳۷ است.

$$\Delta V = -E.dCos37 \qquad \Delta V = -5000(0/13)(0/8) = -520V$$

۴۳- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$Eq = TCos53°$$

$$E \times 40 \times 10^{-6} = 0/1 \times 0/6 \rightarrow E = 1/5 \times 10^3 \ \frac{N}{C} \text{ یا } \frac{7}{m}$$

$$E = \frac{\Delta V}{d} \rightarrow \Delta V = 1/5 \times 10^3 \times 0/1 = 1/5 \times 10^2 = 150V$$

۴۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ظرفیت خازن فقط با تغییر عوامل ساختمان سازنده ی آن تغییر می کند، پس ظرفیت خازن، ثابت خواهد ماند. با توجه به رابطه ی $C = \frac{Q}{V}$ و این که ظرفیت خازن، ثابت است، با افزایش ۲۰ درصدی بار الکتریکی، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین صفحات خازن هم ۲۰ درصد افزایش می یابد. از آنجایی که ظرفیت خازن، ثابت است، می توانیم درصد تغییرات انرژی ذخیره شده ی آن را به صورت زیر به دست بیاوریم:

$$U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 \xrightarrow{q_2 = 1/2q_1} \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{1/2q_2}{q_1}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 1/44 \rightarrow \frac{\Delta U}{U_1} \times 100 = \%44$$

پس، انرژی ذخیر شده در آن ٪۴۴ افزایش می یابد.

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۴۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$V_2 = 1/5V_1 \qquad q_2 - q_1 = 20 \qquad u_2 - u_1 = 200$

$1/5q_1 - q_1 = 20 \rightarrow 0/5f_1 = 20 \rightarrow q_1 = 40 \qquad q_2 = 60$

ثابت $C = \frac{q}{v} \rightarrow q_1 = 1/5f_1$

$q_2 = 1/5f_1$

$u = \frac{1}{2}qv$

$u_2 - u_1 = 200 \rightarrow \frac{1}{2}(q_2v_2 - q_1v_1) = 200 \rightarrow 400 = 60(1/5v_1) + 40v_1$

$\rightarrow 400 = 90v_1 - 40v_1 \rightarrow 400 = 50v_1 \rightarrow v_1 = 8v$

$C = \frac{q_1}{v_1} = \frac{40}{8} = 5\mu C$

۴۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

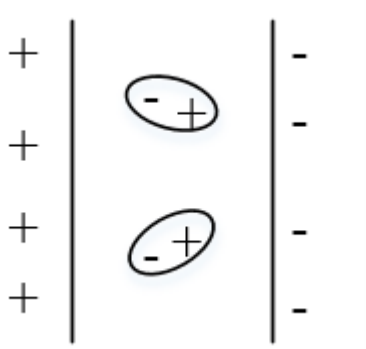
در حالت اول، ظرفیت خازن $C = \frac{\varepsilon.A}{d}$ است. اگر فاصله صفحات خازن ۳ برابر شود، ظرفیت خازن $\frac{1}{3}$ برابر شده و از رابطه $U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ ذخیره شده در خازن ۳ برابر می شود. با توجه به این که کار انجام شده تغییرات انرژی پتانسیل خازن است، داریم:

$$U_2 = 3U_1 \rightarrow \Delta U = U_2 - U_1 = 2U_1$$

$$\Delta U = W \rightarrow 2U_1 = W \rightarrow 2 \times \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = W$$

$$\rightarrow q^2 = CW = 4 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{-2} = 36 \times 10^{-8} \rightarrow q = 6 \times 10^{-4}C = 600\mu C$$

۴۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



درستی گزینه ی «۱»: در حضور میدان الکتریکی، سر مثبت و منفی به طرف صفحه های مخالف خود قرار می گیرند.

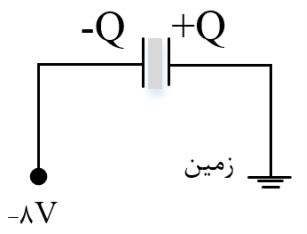
درستی گزینه ی «۲»: دی الکتریک ها ممکن است قطبی (آب، NH_3 ، HCI) یا غیر قطبی باشند.

نادرستی گزینه ی «۳» : خازنی که بار Q دارد، بار در یک صفحه Q+ و در یک صفحه ی دیگر Q- است.

درستی گزینه ی ۴»: ولتاژ تأثیری بر ظرفیت خازن ندارد

$$\frac{C_2}{C_1}=\frac{\left(\frac{k\varepsilon.A}{d}\right)_2}{\left(\frac{k\varepsilon.A}{d}\right)_1}=\frac{d_1}{d_2}=\frac{1}{4}$$

۴۸- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا بار خازن برابر است با:



با برداشتن دی الکتریک ظرفیت خازن $\frac{1}{K}$ برابر می شود:

$$C_2=\frac{1}{K}C_1=\frac{3}{4}\times 12\mu F=9\mu F$$

پس بار نهایی خازن برابر می شود با:

$$Q_2=C_2\Delta V=9\mu F\times 8=72\mu C$$

اندازه تغییرات بار خازن برابر می شود با:

$$|\Delta Q|=96-72\mu C=24\mu C$$

$$|\Delta Q| = ne \rightarrow 24 \times 10^{-6} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \rightarrow \frac{24}{1/6} \times 10^{13} = 15 \times 10^{13}$$

بار روی صفحات خازن گم شده پس صفحه $\oplus$ خازن از زمین الکترون گرفت و صفحه منفی خازن به منبع 8V- الکترون داده است.

۴۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

ابتدا نسبت ظرفیت خازن ها را به دست می آوریم: $(C = \frac{Q}{V})$

$$\frac{C_A}{C_B} = \left(\frac{q_A}{q_B}\right)\left(\frac{V_B}{V_A}\right) = \left(\frac{200}{80}\right)(1) = \frac{5}{2} = 2/5$$

سپس نسبت فاصله صفحه های خازن ها را حساب می کنیم: $C = k\varepsilon.\frac{A}{d}$

$$\frac{C_A}{C_B} = \left(\frac{k_A}{k_B}\right)\left(\frac{A_B}{A_A}\right)\left(\frac{d_B}{d_A}\right) \xrightarrow{k_A=k_B \ , \ A_A=A_B} 2/5 = \frac{d_B}{d_A}$$

۵۰- گزینه ۴

با توجه به رابطهٔ $C = K\varepsilon_0 \frac{A}{d}$، نسبت $\frac{k}{d}$ را برای هر یک حساب می‌کنیم. در هر کدام این نسبت بزرگ‌تر باشد، ظرفیت خازن بیش‌تر است.

شیشه: $\frac{k}{d_{ش}} = \frac{۵}{۰/۶} \cong ۸/۲$

پلاستیک: $\frac{k}{d_{پ}} = ۸$

میکا: $\frac{k}{d_{م}} = \frac{۷}{۰/۵} = ۱۴$

کاغذ پارافین: $\frac{k}{d_{پا}} = \frac{۳}{۰/۲} = ۱۵$

۵۱-

$$Q = cv = \frac{۴}{۱۰} = ۱۰۰\mu C$$

$$C' = KC = ۴ \times ۵ = ۲۰\mu F \ , \ Q' = Q = ۱۰۰\mu C$$

$$U' = \frac{۱}{۲}\frac{Q'^{۲}}{C} = \frac{۱۰^{-۸}}{۲ \times ۲۰ \times ۱۰^{-۶}} = ۰/۲۵ \times ۱۰^{-۳} J$$

$$\overline{P} = \frac{U'}{\Delta t} = \frac{۲۵ \times ۱۰^{-۵} J}{۵ \times ۱۰^{-۴}} = ۰/۵ w$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

۵۲-گزینه ۳

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1}=\frac{A_1}{A_2}\Rightarrow\frac{\sigma_2}{\sigma_1}=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{r_2=0/8\,r_1} \frac{\sigma_2}{32}=\left(\frac{r_1}{0/8r_1}\right)^2$$

$$\Rightarrow\frac{\sigma_2}{32}=\frac{1}{0/64}\Rightarrow\frac{\sigma_2}{32}=\frac{100}{64}$$

$$\sigma_2=50\,\frac{\mu C}{m^2}$$

۵۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به $Q=4\times10^{-6}C$ و $V=2V$ ظرفیت خازن را به دست می آوریم:

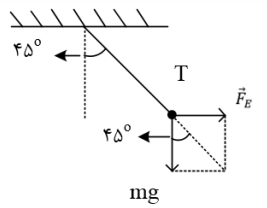
$$C=\frac{Q}{V}\rightarrow C=\frac{4\times10^{-6}}{2}=2\times10^{-6}F=2\mu F$$

حال بیشینه ولتاژ قابل تحمل خازن را به دست می آوریم.

$$C=\frac{Q_{max}}{V_{max}}\rightarrow 2\mu F=\frac{50\mu F}{V_{max}}\rightarrow V_{max}=25V$$

$$E_{max}=\frac{V_{max}}{d}\rightarrow E_{max}=\frac{25V}{2mm}=12/5\,\frac{V}{mm}$$

۵۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مطابق شکل زیر نیروهای وارد شده به آونگ مورد نظر را رسم می کنیم. با توجه به این که آونگ در حال تعادل است، باید برایند نیروهای F_E و mg در راستای نیروی کشش نخ قرار بگیرد. بدین ترتیب داریم:



$$tg\,45^\circ=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}}=\frac{F_E}{mg}=\frac{E_q}{mg}\xrightarrow{tg45^\circ=1}$$

$$1=\frac{E\times6\times10^{-6}}{2\times10^3\times10^{-3}\times10}\rightarrow E=\frac{10}{3}\frac{N}{C}$$

حالا به کمک بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه ی خازن، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه را به دست می آوریم:

$$E=\frac{|\Delta V|}{d}\rightarrow|\Delta V|=E(d)=\frac{10}{3}\times\frac{3}{10}=1V$$

و در نهایت، انرژی ذخیره شده در خازن به صورت زیر به دست می آید:

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}(6)(1)^2 = 3\mu J$$

۵۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر ابعاد صفحات خازن در حالت اولیه را در نظر بگیریم، زمانی که ٪۲۰ افزایش می یابد، ابعاد آن ۱/۲a خواهد شد، بنابر این مساحت صفحات خازن $1/44a^2$ خواهد شد.

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{1/44a^2}{a^2} = 1/44$$

حال محاسبه می کنیم ظرفیت خازن با این تغییرات چند برابر خواهد شد:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} = \frac{2}{1} \times 1/44 \times \frac{1}{4} = 0/72$$

می دانیم زمانی که اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت باشد، انرژی ذخیره شده در آن با ظرفیت خازن رابطه ی مستقیم دارد. در نتیجه:

$$U = \frac{1}{2}CV^2 \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 0/72 \rightarrow \%28 \text{ کاهش یافته}$$

حال با استفاده از رابطه ی $Q = CV$ می توانیم درصد تغییرات بار الکتریکی ذخیره شده در خازن را به دست بیاوریم:

$$Q = CV \rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1} \rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{0}{72} \rightarrow \%28 \quad \text{کاهش یافته}$$

۵۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در حالت اول، V ثابت بوده و فاصله دو صفحه را $\frac{4}{5}$ حالت اول نموده ایم، پس ظرفیت خازن، $\frac{5}{4}$ حالت اول شده و طبق رابطهٔ $U = \frac{1}{2}CV^2$ می توان گفت: $U_2 = \frac{5}{4}U_1$ در حالت دوم، Q ثابت بوده و فاصله دو صفحه از d به $\frac{4}{5}d$ اولیه رسیده است یعنی فاصله صفحه $\frac{5}{4}$ برابر شده، پس ظرفیت خازن $\frac{5}{4}$ برابر شده است بنابراین طبق رابطهٔ $U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ می توان گفت: $U_3 = \frac{5}{4}U_2$، در نتیجه:

$$U_3 = \frac{5}{4}\left(\frac{5}{4}U_1\right) \rightarrow U_3 = \frac{25}{16}U_1 \rightarrow \frac{U_3}{U_1} = \frac{25}{16}$$

۵۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه ی ۸ ژول افزایش می یابد، بنابراین:

$$U_2 = U_1 + 8 \rightarrow U_2 - U_1 = 8J \rightarrow \frac{1}{2}\frac{Q_2^2}{C} - \frac{1}{2}\frac{Q_2^1}{C} = 8 \rightarrow \frac{1}{2}\frac{(q + 3 \times 10^{-3})^2}{12 \times 10^{-6}} - \frac{1}{2}\frac{q^2}{12 \times 10^{-6}} = 8$$

$$\rightarrow (q^2 + 9 \times 10^{-6} + 6 \times 10^{-3} \times q) - q^2 = 192 \times 10^{-6} \rightarrow 6 \times 10^{-3} \times q = 183 \times 10^{-6}$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

$$\rightarrow q = \frac{183 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-3}} = 30/5 \times 10^{-3} C$$

۵۸- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. خازن موردنظر را از مولد جدا کرده ایم و بار ذخیره شده در آن ثابت می ماند. الف) اگر مساحت مشترک صفحات خازن را دو برابر کنیم، ظرفیت خازن نیز دو برابر می شود و طبق رابطه ی $U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ با دو برابر شدن C ، انرژی ذخیره شده در خازن، نصف می شود و الف نادرست است.

ب) با نصف شدن فاصله ی صفحات، ظرفیت خازن دو برابر می شود و طبق رابطه ی $V = \frac{Q}{C}$ اختلاف پتانسیل دو سر خازن، نصف خواهد شد و ب نیز نادرست است.

ج) با سه برابر شدن فاصله ی صفحات خازن، ظرفیت خازن تر برابر می شود و طبق رابطه ی $V = \frac{Q}{C}$ ، اختلاف پتانسیل دو سر خازن سه برابر می شود و طبق رابطه ی $E = \frac{V}{d}$ ، چون هم V و هم d سه برابر شده اند، E ثابت می ماند و ج نیز نادرست است.

۵۹- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به این که خازن موردنظر از مولد جدا شده است، بار الکتریکی ذخیره شده در آن ثابت است و طبق رابطه ی $U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ ، انرژی ذخیره شده در خازن با ظرفیت خازن رابطه ی عکس دارد. از طرف دیگر با توجه به اعداد مطرح شده در گزینه ها فاصله ی صفحات کاهش یافته و در نتیجه انرژی خازن کم می شود و داریم:

$$U_2 - U_1 - 6 = 12 - 6 = 6\mu J$$

$$U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \xrightarrow{Q \text{ ثابت}} \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} \rightarrow \frac{6}{12} = \frac{C_1}{C_2} \rightarrow C_2 = 2C_1$$

$$C = \frac{K\varepsilon . A}{d} \rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow{C_2 = 2C_1} 2 = \frac{d_1}{d_2} \rightarrow d_2 = \frac{1}{2} d_1$$

۶۰- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$U' = 25U \rightarrow \frac{1}{2}\frac{Q'^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \times 25$$

$$\rightarrow Q'^2 = 25Q^2 \rightarrow Q' = 5Q$$

$$\rightarrow Q + 20\mu C = 5Q \rightarrow Q = 5\mu C$$

$$U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{25}{10} = 1/25\mu J$$

$$\Delta U = U' - U = 25U - U = 24U = 24 \times 1/25 = 30\mu J$$

۶۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$q_2 = q_1 + \frac{1}{5} q_1 = \frac{6}{5} q_1$$

$$\Delta U = \frac{1}{2C}\left(q_2^2 - q_1^2\right) \rightarrow 16 = \frac{1}{2 \times 22}\left(\frac{36}{25} q_1^2 - q_1^2\right) \rightarrow q_1 = 40\mu C$$

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید